c

Milit   app. Mil 102

Papacino

R

Glaſsbach sc.

Phyſikaliſch = Mathematiſche Grundſätze der Artillerie

in denen
die Natur und Eigenſchaften
des Pulvers
unterſucht
und durch viele und gründliche Erfahrungen
ins Licht geſetzt werden.

Aus dem Italiänſchen
des Herrn Papacino d'Antoni
Sr. Königl. Majeſtät in Sardinien
Directeur der theoretiſchen Schulen der Artillerie und Fortification.

Mit Anmerkungen vermehrt
von
G. F. Tempelhoff,
K. Pr. Lieutenant bey dem Feld=Artillerie=Corps.

Berlin, bey Arnold Wever. 1768.

Dem

Hochwohlgebornen Herrn,

Herrn

Carl Wilhelm von Dieskau,

Sr. Königlichen Majeſt. in Preuſſen hochbeſtallten General-Major und Chef, Inſpecteur der ſämmtlichen Königlichen Artillerie-Magazine, der Ecole d'Artillerie und ihrer Oeconomie.

Hochwohlgeborner Herr,
Hochzugebietender
Herr General-Major!

Ew. Hochwohlgeboren ſind nach geendigtem Kriege beſtändig bemühet geweſen, die beſten Anſtalten zu treffen, durch eine gründliche Verbindung der Theorie mit der Erfahrung die Artillerie zu verbeſſern. Daher ſind die vor-

treflichen Einrichtungen entſtanden, durch welche das ganze Corps Gelegenheit hat, ſich alle erforderliche Kenntniſſe in der Mathematik zu verſchaffen, und diejenigen Talente zu entwickeln, welche ſonſt vielleicht unbrauchbar und in der Dunkelheit begraben liegen würden.

Dieſes alles unterſtützen Ew. Hochwohlgeboren durch den großmüthigen Beyfall, welchen Dieſelben allen denjenigen ertheilen, welche einen aufrichtigen Eifer im Dienſt und in der Ausübung ihres Metiers blicken laſſen. Kann wohl bey einem Soldaten etwas ſchmeichelhafter, etwas gedacht werden, welches das Feuer in demſelben mehr unterhalten kann, als der Beyfall eines

Chefs

Chefs, deſſen ausgebreitete Einſichten durch eine Reihe von Erfahrungen einen ganz vorzüglichen Grad der Vollkommenheit erhalten?

Der glückliche oder unglückliche Erfolg einer Unternehmung pflegt gemeiniglich das Urtheil darüber feſtzuſetzen. Ew. Hochwohlgeboren beurtheilen aber das Verdienſt einer Sache aus einem weit edlern Grunde; Sie beurtheilen es nach der Güte der Abſichten. Aus dieſer Urſache wage ich es, Ew. Hochwolgeboren Namen der Ueberſetzung eines Werkes vorzuſetzen, welches vielleicht in der Artillerie nicht ganz unnütze iſt. Es iſt dieſes von einem Manne verfertigt, welcher der theoretiſchen Claſſe einer der wohleingerichteſten Artil-

lerie=Schulen in ganz Europa vorge=ſetzt iſt. Wie glücklich würde ich mich ſchätzen, wenn Dieſelben mei=ne Freiheit dem eifrigen Verlangen zuſchreiben wolten, welches ich habe ein Zeichen der tiefen Ehrfurcht abzulegen, mit der ich die Ehre habe zu beharren

Hochwohlgeborner Herr,
Hochzugebietender
Herr General = Major,
Ew. Hochwohlgeboren

gehorſamſter Diener,
G. F. Tempelhoff.

Vorrede.

Seitdem man angefangen hat die höhere Geometrie auf die Artillerie anzuwenden, und die Grundſätze dieſer letztern dem Calcul zu unterwerfen, haben ſich die größten Geiſter ein Vergnügen daraus gemacht, in dieſem Fache zu arbeiten Ihre Bemühungen haben aber noch nicht vieles zum Vortheil derſelben beygetragen, mit ſo vieler Scharfſinnigkeit dieſelben auch ausgeführet worden ſind. Darüber aber darf man ſich gar nicht wundern. Die Artillerie iſt würklich ein Feld, welches noch eben nicht zu fleißig bearbeitet worden: und die wahren Grundſätze derſelben ſind noch ſo verſteckt, daß es vielleicht einen Newton erfordert, um dieſelben ans Licht zu bringen.

Das Pulver iſt nun wohl der Gegenſtand, der die fleißigſten und ſorgfältigſten Unterſuchungen erfordert. Es gehöret aber viel Scharfſinnigkeit dazu, dieſelben ſo anzuſtellen, daß die daraus gezogene Schlüſſe in Abſicht auf die Eigenſchaften und Würkungen deſſelben einigen Grad der Gewißheit bekommen. Der Herr Verfaſſer dieſes Werks iſt indeſſen durch Hülfe einiger ganz neuen und ſehr ſinnreichen Maſchienen im Stande geweſen, ſehr gründliche Erfahrungen anzuſtellen, und dahero erhalten ſeine daraus hergeleitete Grundſätze ein groſſes Gewicht; beſonders, da er die glückliche Kunſt verſteht, ſeine theoretiſche Speculations nicht über die Gränzen der Erfahrung herumſchweifen zu laſſen. Er hat ſein Werk in zwey Theile abgetheilet. In dem erſten werden vier Haupt-Eigenſchaften des Pulvers bewieſen, welche bey demſelben ſtatt finden, ſo bald es

von

von dem Feuer angegriffen wird. In dem zweiten Theile werden verſchiedene Methoden angegeben, um die Gränzen zu entdecken, in denen die gröſte Gewalt des Pulvers eingeſchloſſen iſt, und das Geſetz zu beſtimmen, welches das Pulver, nach den verſchiedenen Beſchaffenheiten der Behältniſſe, in denen es angezündet wird, bey ſeinen Würkungen beobachtet.

Von allen Schriften, welche bisher von der theorethiſchen Artillerie herausgekommen, iſt dieſe ohnſtreitig eine von den gründlichſten, und es iſt nicht zu zweifeln, daß die Artillerie nicht ſolte nach und nach beträchtliche Vortheile daraus erhalten können, wenn eine richtige Anwendung dieſer Grundſätze durch fernere Erfahrungen unterſtützt wird. Der Verfaſſer hat alles gethan, was man in einer ſo dunklen Materie erfordern kann, und ſeine ſinnreiche Verſuche zeigen von ſeinen gründlichen Einſichten in der Phyſik und Mechanik.

Unter,

Unterdeſſen wird eine ziemliche Kenntniß der höhern Mathematik erfordert, um alles, was in dieſem Werke vorgetragen wird, nicht allein gründlich zu verſtehen, ſondern auch mit gutem Erfolge in praktiſchen Fällen anzuwenden. Es iſt dieſes zwar eine Sache, die der Billigkeit nach nicht von einem jeden Artilleriſten verlangt werden kann. Jedoch iſt die höhere Mathematik auch nicht mehr ſo unbekannt bey der Artilletie: wenn ſie gleich nicht ein jeder Bombardier verſteht, ſo halte ich davor, daß doch ein jedes Corps eine Menge Officier wird aufweiſen können, welche dieſelbe zu ihrer Beſchäftigung in den ruhigen Stunden des Friedens erwählet haben.

Da in dieſem Werke die Grundſätze der Mechanik vorausgeſetzt werden, die aber nicht einem jeden, der auch eine ziemliche Kenntniß der Differential- und Integral-Rechnung hat, bekannt ſind, oder wenig-

wenigſtens nicht ſogleich einfallen, ſo habe ich einen ganz kurzen Abriß derſelben vorangehen laſſen.

Wenn man bedenkt, daß dieſes Werk zum Gebrauch eines Soldaten geſchrieben iſt, der nicht mit allzu viel Büchern bekannt ſeyn kann, von dem man auch nicht verlangen kann, daß er ſich alle kaufen ſoll, und der es alſo natürlicher Weiſe gern ſehen wird, wenn er das, was er zur höchſten Nothdurft gebraucht, in der Kürze ſo zuſammen findet, daß er es mit einem Blick überſehen kann; ſo verſpreche ich mir von einem jeden unpartheyiſchen Richter ſo viel Billigkeit, daß er mir daraus kein Verbrechen machen wird.

Ich habe auch die nothwendigſten Sätze, welche der Verfaſſer unbewieſen angeführt, durch einige Anmerkungen zu erläutern geſucht. Hierbey muß ich beſonders die Herrn Geometer erſuchen, mich als einen Soldaten zu betrachten,

und nicht unbarmherziger Weiſe mit einem allzuſtrengen Urtheil über mich her zu fallen. Jedoch ich weiß, daß die gröſtten Männer die Newtons, die Euler, eben wegen ihrer ausgebreiteten Erkenntniſſe die billigſte Nachſicht haben, und dieſes macht mich unerſchrocken, mich dem Urtheile der übrigen Gelehrten zu unterwerfen.

Bey der Ueberſetzung habe ich ſo viel als möglich, das Original deutlich auszudrücken geſucht. Solten hin und wieder einige Fehler vorgegangen ſeyn, ſo wird ſie der gütige Leſer entſchuldigen. Ich hoffe indeſſen, daß ſie von keiner Wichtigkeit ſeyn werden.

In Abſicht auf dem Gewicht, deſſen ſich der Verfaſſer bedienet und ein Denar genennt wird, muß ich anmerken, daß es ohngefähr 6 Gran ausmacht; das Längenmaaß findet man in den Anmerkungen beſtimmt.

Einig=

Einige nothwendige
Grundſätze der Mechanik.

§. I.

Bey einer jeden Bewegung muß man auf die Kraft, welche dieſelbe in einem gewiſſen Körper hervorbringt, und auf die Geſchwindigkeit ſehen. Von dieſer letztern bekommt man einen Begrif, wenn man auf den Raum ſieht, den ein Körper in einer beſtimmten Zeit zurücke legt, wenn die Bewegung ſo beſchaffen iſt, daß der Körper gleiche Räume in gleichen Zeiten beſchreibt, man mag übrigens die Zeit ſo groß oder ſo klein annehmen als man will.

§. II. Bey dieſer vorausgeſetzten gleichförmigen Bewegung iſt offenbahr, daß, wenn ein gewiſſer Körper A in der Zeit T

den Raum c zurück legt, derſelbe in einer Zeit, die n mahl ſo groß iſt als T einen Raum beſchreiben wird, welcher n mahl ſo groß iſt als c; dieſe Zahl n mag eine groſſe oder kleine, eine ganze oder gebrochene Zahl ſeyn. Wenn alſo s der Raum iſt, den der Körper A in der Zeit $t = nT$ beſchreibt, ſo iſt bey einer gleichförmigen Bewegung

$$T : t = c : s$$

oder die Zeiten verhalten ſich wie die Räume, folglich iſt $s = \frac{c \times t}{T}$

§. III. Wenn ſich nun die Zeiten T und t auf eine beſtimmte Einheit beziehen, z. E. auf einer Sekunde, ſo iſt $\frac{t}{T}$ allezeit eine abſolute Zahl, und folglich kann man allezeit den Raum wiſſen, den ein Körper mit einer gleichförmigen Bewegung in einer gewiſſen Zeit t beſchreibt, die man ſo groß, oder ſo klein als man will, ja unendlich klein annehmen kann; wenn man nur den Raum

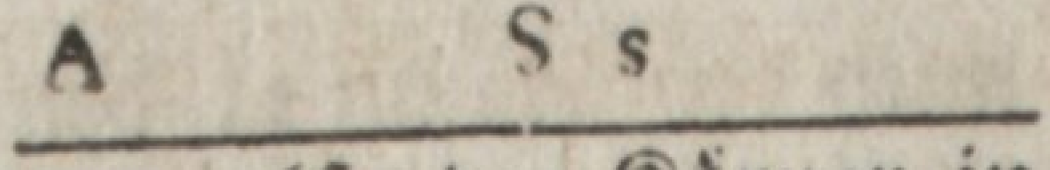
weiß,

weiß, den ein Körper in einer beſtimmten Zeit T z. E. eine Sekunde, beſchreibt.

§. IV. Wenn man den Raum weiß, den ein Körper in einer beſtimmten Zeit T z. E. eine Sekunde, beſchreibt oder beſchreiben könte, ſo weiß man auch ſeine Geſchwindigkeit. Man kann alſo die Geſchwindigkeit den Raum nennen, den ein Körper mit einer gleichförmigen Bewegung in einer Sekunde beſchreiben könte, und in dieſem Verſtande wird die Geſchwindigkeit auch von allen Schriftſtellern genommen; und daher kann man auch den Raum s, den ein Körper in der Zeit t mit einer gleichförmigen Bewegung beſchreibt, durch das Produkt aus der Zeit in die Geſchwindigkeit ausdrücken (§. II.)

§. V. Wenn ſich ein Körper in einer gewiſſen Linie bewegt, und ſeine Geſchwindigkeit alle Augenblick verändert, ſo kann man die Geſchwindigkeit deſſelben nicht aus dem Raum erkennen, den er in einer Se-

kunde wirklich beſchreibt; ſondern wenn man die Geſchwindigkeit des Körpers beſtimmen will, die er nach Verfließung der Zeit t in dem Punkte S ſeine Bahn hat, ſo muß man den Raum beſtimmen, den eben der Körper mit der Geſchwindigkeit, welche er bey S hat, in einer Sekunde beſchreiben würde, wenn er mit einer gleichförmigen Bewegung fortgienge. Nun kann man aber die Bewegung eines Körpers, wenn ſie veränderlich iſt, wenigſtens in einer unendlich kleinen Zeit als gleichförmig betrach-



ten. Wenn alſo der Körper in der Zeit t bis S gekommen, und den Raum AS = s beſchrieben, und er beſchreibt mit der Geſchwindigkeit, die er bey S hat, den Raum Ss = dſ in der unendlich kleinen Zeit dt, und u iſt der Raum, den derſelbe mit der Geſchwindigkeit, welche er bey S hat, in einer Sekunde beſchreiben würde, wenn er mit gleichförmiger Bewegung fortgienge,

oder

oder ſeine Geſchwindigkeit bey S, ſo iſt (§. II.) udt = ds.

§. VI. Wenn ſich ein Körper in einem gewiſſen Zuſtande befindet, es ſey nun, daß derſelbe in Ruhe ſey, oder ſie bewege, ſo iſt offenbahr, daß keine Veränderung in dieſem Zuſtande vorgehen kann, es muß dazu eine gewiſſe Urſache erfordert werden, die man ohne ſich weiter um das Weſen derſelben bekümmern, eine Kraft nennen kann. Eine ſolche Kraft wird alſo, wenn der Körper ruhet, demſelben in einer beſtimmten Zeit eine gewiſſe Geſchwindigkeit beybringen, wenn ſich aber derſelbe bewegt, die Geſchwindigkeit deſſelben verändern, es ſey nun, daß dieſe Veränderung in einer Vermehrung oder Verminderung der Geſchwindigkeit, mit der er ſich ſchon bewegt, beſtehe: und es iſt leicht einzuſehen, daß ſich dieſe Veränderung nach der Direktion der Kraft ſelbſt richten wird.

§. VII. Man ſtelle ſich nun zwey Körper A und A′ vor, deren Maſſen vollkommen gleich ſind. P und p laſſe man zwey Kräfte bedeuten, davon die erſte in dem Körper A, die andre in dem Körper A′ würkt; ſo iſt offenbahr, daß die Würkungen, welche dieſe Kräfte in einer beſtimmten Zeit dt hervorbringen, denen Kräften ſelbſt proportional seyn müſſen. Dieſe Würkungen können aber in nichts anders als in der Veränderang der Geſchwindigkeiten der Körper beſtehen (§. VI.). Wenn alſo die Geſchwindigkeit des Körpers A durch u und des Körpers A′ durch z ausgedrückt wird, ſo iſt das Differenziale von dieſen Geſchwindigkeiten den darin entſtehenden Verändernngen proportional. Folglich iſt

$$P : p = du : dz.$$

§. VIII. Die Kraft p, die in den Körper A würkt, würde aber in eben der Zeit dt in den Körper 2 A′ nur eine halb ſo groſſe Würkung, und in dem Körper n A eine

ne n mahl kleinere Würkung hervorbringen, als in dem Körper A. Wenn alſo eine oder zwey Kräfte, welche einander gleich ſind, in verſchiedene Körper würken, deren Maſſen ungleich ſind, ſo ſind die Würkungen und alſo auch die Veränderungen in den Geſchwindigkeiten, welche in gleichen Zeiten dt, dt, hervorgebracht werden, den Maſſen umgekehrt proportional. Geſetzt alſo, die Kraft p würke in die Körper A und B. Die Geſchwindigkeit des Körpers A wäre z, und des Körpers B wäre c, ſo wird B : A = dz : dc.

§. IX. Wenn dieſe Analogie mit der vorigen verbunden wird, ſo bekommt man dadurch eine neue, welche die Würkung der Kräfte P, und p in die Körper A und B beſtimmt. Denn aus der erſten iſt $dz = \frac{p\,du}{P}$

und aus der zweiten $dz = \frac{B\,dc}{A}$ folglich

$\frac{p\,du}{P} = \frac{B\,dc}{A}$ und alſo $du = \frac{P}{A} \times \frac{B.\,dc.}{p}$

 §. X.

§. X. Man ſiehet hieraus, daß wenn man nur die Würkungen wüſte, welche die Kraft p in der Zeit dt in dem Körper B hervorbringt, man dadurch im Stande ſeyn würde, die Würkung der Kraft P in den Körper A, die in eben dieſer Zeit dt hervorgebracht wird, auf das genaueſte zu beſtimmen. Da man nun die Würkungen der Schwere auf die Körper auf der Erde, ſowohl durch die Erfahrung als Theorie beſtimmen kann, ſo kann man daraus ganz füglich die Würkung einer jeden andern Kraft P auf den Körper A beſtimmen. In dieſer Abſicht kann man ſich auch die Kraft P als ein Gewichte vorſtellen, welches in einem Körper würkt, deſſen Gewicht A iſt. Denn da es ausgemacht iſt, daß nothwendig eine jede Kraft zu einer andern eine gewiſſe Verhältniß haben muß, ſo muß auch die Kraft P zu der Schwere eine gewiſſe Verhältniß haben; dahero kann man ſich die Kraft P als ein Gewichte vorſtellen, welches hier auf der

Erde

Erde eben ſo ſtark drücken oder ziehen würde, und da die Maſſen dem Gewicht proporzional ſind, ſo kann man die Maſſe A auch durch ein Gewicht ausdrücken.

§. XI. Die Schwere iſt aber eine ſolche Kraft, welche beſtändig in einem Körper würkt, und da ſie unveränderlich iſt, demſelben in gleichen Zeiten gleiche Grade der Geſchwindigkeit beybringt. Folglich verhalten ſich die Geſchwindigkeiten wie die Zeiten, dergeſtalt, daß wenn c die Geſchwindigkeit iſt, welche der Körper nach Verflieſſung der Zeit t erhalten, und er bekommt in der Zeit dt die Geſchwindigkeit dc, ſo wird $dc : c = dt : t$ folglich iſt $dc = \frac{c\,dt}{t}$.

Wenn man nun $t = 1'$ ſetzet, und unter c den Raum verſteht, den ein Körper mit der Geſchwindigkeit, welche er durch den Fall von einer gewiſſen Höhe erhalten hat, in einer Sekunde mit einer gleichförmigen Bewegung beſchreiben würde, ſo wird $dc = c\,dt$

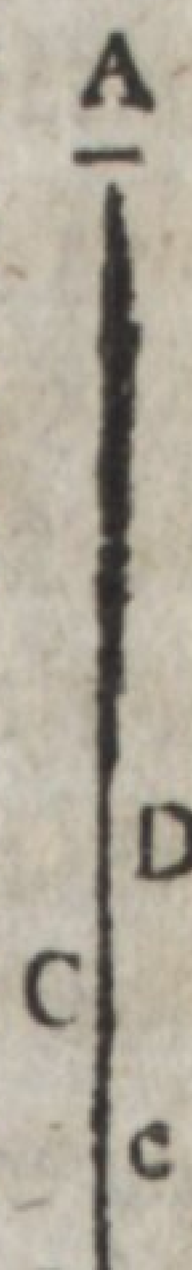
und alſo $du = \frac{P}{A} \times \frac{B}{p}\, c\, dt$, und wenn man $\frac{B}{p} = 1$ ſetzet, weil die Maſſen dem Gewichte proportional iſt, ſo wird $du = \frac{P\, c\, dt}{A}$

§. XII. Dieſer Raum c aber, den ein Körper mit der Geſchwindigkeit, die er erhalten hat, indem er in Zeit von einer Sekunde von einer gewiſſen Höhe herabgefallen, beſchreiben würde, wenn derſelbe mit einer gleichförmigen Bewegung fortgienge, muß nach einem gewiſſen Maße und etwas genauer beſtimmt werden. Nun iſt aber offenbahr, daß, wenn ein Körper in der Zeit t die Lienie A B herabgefallen wäre, und er ſtiege mit der durch den Fall bey B erhaltenen Geſchwindigkeit wieder gerade in die Höhe, derſelbe in einem Luftleeren Raum genau wieder bis in den Punkt A kommen würde. Denn da die Schwere bey

A

B

bey dem Aufſteigen eben ſo würkt als wenn der Körper fällt, ſo iſt offenbahr, daß, wenn dieſelbe im Fallen den Körper in der Zeit d t eine gewiſſe Geſchwindigkeit beygebracht hat, und der Körper ſteigt gerade in die Höhe, eben dieſe Kraft die Geſchwindigkeit, mit welcher der Körper in die Höhe ſteigt, in der Zeit d t um eben ſo viel vermindern muß. Geſetzt alſo, der Körper wäre in einer gewiſſen Zeit bis C herabgefallen, und in der folgenden Zeit d t könte derſelbe mit der bey C erhaltenen Geſchwindigkeit den Raum C c beſchreiben, wenn die Schwere zu würken aufhörte; weil aber die Schwere würkt, ſo beſchriebe er vermöge derſelben noch den Raum c B und alſo in der Zeit A vermöge der Geſchwindigkeit, welche er bey C hat, und derjenigen, welche noch zu dieſer durch die Würkung der Schwere hinzugeſetzt wird, den Raum C c + c B = C B; ſo iſt offenbahr,



bahr, daß, wenn ſich der Körper mit der bey B erhaltenen Geſchwindigkeit wieder gerade in die Höhe bewegte, und mit einer gleichförmigen Bewegung den Raum BD beſchreiben könte, derſelbe wegen der Schwere nur den Raum BC in der Zeit t beſchreiben wird; und da Bc vorhin die Würkung der Schwere war, bey dem Aufſteigen dieſelbe aber den Raum BD um CD verkürzt, ſo muß CD = Bc ſeyn, die Zeit mag groß oder klein genommen werden.

§. XIII. Wenn alſo s der Raum iſt, den ein Körper mit der Geſchwindigkeit, die er von der Höhe AC erhalten, in der Zeit t beſchreiben würde, wenn er gleichförmig fortginge, und x iſt der Raum, den er noch außer dem Raum s vermöge der Würkung der Schwere in eben der Zeit dt beſchreibt; ferner c der Raum, den eben dieſer Körper mit der bey B erhaltenen Geſchwindigkeit in der Zeit t beſchreiben würde, wenn die Schwere nicht auf ihn würkte; und dieſer

Körper

Körper bewegte ſich mit der bey B erhalte- nen Geſchwindigkeit gerade in die Höhe, ſo iſt allezeit $c - x = s + x$ folglich $c = s + 2x$. Die Zeit dt mag groß oder klein ſeyn.

§. XIV. Da nun der Punkt C nach Gefallen angenommen worden, ſo kann man denſelben in A nehmen, wo der Körper alſo keine Geſchwindigkeit hat; alsdenn wird $s = 0$ und $c = 2x = 2AB$. Iſt nun t eine Sekunde, ſo wird AB der Raum, den ein Körper in eine Sekunde im Luftleeren Raum frey herabfällt, iſt nun $AB = g$ ſo wird $c = 2g$. Und alſo kann ein Körper mit der Geſchwindigkeit, welche er durch den Fall in einer Sekunde von einer gewiſſen Höhe erhalten hat, in eben dieſer Sekunde mit einer gleichförmigen Bewegung genau noch einmahl ſo weit gehen.

§. XV. Nach dieſem vor c beſtimmten Werth wird alſo die Formel §. XI. in dieſe

$$du = \frac{2gPdt}{A}$$

ver-

verwandelt. Weil aber der Körper in der Zeit t ſchon den Raum s beſchrieben hat, ſo iſt (§. V.) $udt = d\int$ folglich $du = \frac{dd\int}{dt}$ wenn das Element der Zeit als beſtändig betrachtet wird, und demnach $dd\int = \frac{2gPdt^2}{A}$ oder $udu = \frac{2gPds}{A}$, und auf dieſe Formeln beruhet alles, was in der ganzen Mechanik vorkommt.

§. XVI. Wenn ſich ein Körper um eine Axe drehet, und man ziehet von einem jeden Punkte auf der Axe eine Perpendikulär-Lienie, ſo beſchreibt ein jeder Punkt einen Bogen, und alle dieſe Perpendikulär-Lienien beſchreiben um die Axe in gleichen Zeiten gleiche Winkel. Die Geſchwindigkeiten der Punkte verhalten ſich nun wie die beſchriebene Bogen, folglich wie die Entfernungen derſelben von der Axe, wenn die Bewegung gleichförmig iſt, und wenn die Bewegung um

um die Axe nicht gleichförmig iſt, ſo kann man ſie doch in einem unendlich kleinen Theil der Zeit als gleichförmig anſehen. Und denn verhalten ſich auch die Geſchwindigkeiten der verſchiedenen Punkte, wie die Entfernungen derſelben von der Axe.

§. XVII. Hieraus folgt alſo, daß man nur die Geſchwindigkeit eines einzigen Punktes wiſſen darf, wenn man die Geſchwindigkeit aller andern Punkte wiſſen will. Man betrachte alſo die Entfernung eines gewiſſen Punkts von der Axe als 1 und nenne die Geſchwindigkeit dieſes Punktes α; iſt nun r die Entfernung eines beliebigen andern Punktes von der Axe, ſo wird $1 : r = \alpha : u$ und es iſt $u = r\alpha$.

§. XVIII. Dieſe Geſchwindigkeit des Punkts, deſſen Entfernung von der Axe als 1 angeſehen wird, heiſt die Winkelgeſchwindigkeit des drehenden Körpers. Weil $u = r\alpha$ iſt, ſo iſt $\alpha = \frac{u}{r}$ folglich wenn man die

Geſchwin-

Geſchwindigkeit eines gewiſſen Punkts weiß, deſſen Entfernung von der Axe r iſt, ſo bekommt man die Winkelgeſchwindigkeit, wenn man die wahre Geſchwindigkeit eines Punkts durch die Entfernung deſſelben von der Axe dividirt.

§. XIX. Bey der drehenden Bewegung beſchreibt ein jeder Punkt um die Axe einen Bogen. Wenn alſo x der Bogen iſt, den ein gewiſſer Punkt in einer gewiſſen Zeit t beſchrieben, ſo iſt dx der Bogen, den er in der unendlich kleinern Zeit dt beſchreibt. Wenn alſo u die Geſchwindigkeit eben deſſelben Punkts iſt, ſo wird $udt = dx$. Iſt aber $\varkappa$ die Winkelgeſchwindigkeit, und r die Entfernung des Punkts von der Axe, ſo wird $u = r\varkappa$ folglich iſt bey der drehenden Bewegung beſtändig $r\varkappa dt = dx$. Wenn aber φ der Bogen iſt, den der Punkt beſchreibt, deſſen Entfernung von der Axe 1 iſt, ſo iſt $r\varphi = x$ und folglich $r\varkappa dt = rd\varphi$ oder $\varkappa dt = d\varphi$.

§. XX.

§. XX. Uebrigens laſſen ſich auch hier die ſchon entdeckten Grundſätze der Bewegung anbringen. Denn damit der Körper dieſe drehende Bewegung erhalte, ſo muß nothwendig ein jedes Element deſſelben von einer Kraft getrieben werden. Und wenn p die Kraft iſt, welche in dem Element dM würkt, und ϑ iſt die Winkelgeſchwindigkeit des Körpers, ſo iſt $r\vartheta$ die Geſchwindigkeit des Elements dM, deſſen Entfernung von der Axe r iſt. Wenn nun in einem jeden Elemente eine ſolche Kraft p würket; ſo wird

$$r\,d\vartheta = \frac{2g\,p\,dt}{dM}$$

ſeyn, und alle dieſe Kräfte machen, daß die Winkelgeſchwindigkeit des Körpers ϑ um $d\vartheta$ zu- oder abnimmt.

§. XXI. Hieraus iſt aber wieder umgekehrt $p = \frac{r\,d\vartheta\,dM}{2g\,dt}$ oder da $\frac{d\vartheta}{2g\,dt}$ vor allen Elementen, die Zeit dt über, unveränderlich

iſt, und man ſetzt $\frac{2gdt}{d\varkappa} = a$ ſo wird

$$p = \frac{rdM.}{a}$$

Dahero folgt auch umgekehrt, daß, wenn ein jedes Element des Körpers, welcher ſich um eine unbewegliche Axe drehet, von einer Kraft ſollicitirt wird, welche den Maſſen und den Entfernungen von der Axe proportional iſt, die Winkelgeſchwindigkeit $\varkappa$ des Körpers dergeſtalt verändert wird, daß

$$d\varkappa = \frac{2gdt}{a}$$

iſt. Dieſes iſt alſo die Würkung aller dieſer Kräfte, welche in jedem Elemente des Körpers würken.

§. XXII. Wenn man das Moment aller dieſer Kräfte, die in dem Körper würken, und Elementenkräfte genennt werden, wiſſen will, ſo entſteht daßelbe, wie bekannt, wenn man jede Kraft durch die Entfernung

von

von der Axe multiplicirt. Folglich da jede Kraft

$$\frac{r\,d\,M,}{a}$$

ſo iſt ihr Moment

$$\frac{r\,r\,d\,M,}{a}$$

und folglich die Summe aller Momente

$$\frac{1}{a}\int r\,r\,d\,M.$$

§. XXIII. Dieſes Integral ∫rrdM nennt man das Momentum inertiæ eines Körpers, welches alſo entſteht, wenn man ein jedes Element des Körpers mit dem Quadrat der Entfernung deßelben von der Axe multiplicirt.

§. XXIV. Wenn aber ein Körper, der ſich um eine unbewegliche Axe drehet, von verſchiedenen andern Kräften ſollicitirt wird, ſo kann die Veränderung, welche in der Bewegung des Körpers vorgehet, ſo

beſtimmen. Es ſey α die Winkelgeſchwindigkeit des Körpers, nach dem der Punkt, deſſen Entfernung von der Axe 1 iſt, den Bogen φ beſchrieben hat, und dα der Theil, um den die Winkelgeſchwindigkeit des Körpers wegen der Würkung dieſer Kräfte verändert wird. Hieraus iſt alſo die Elementarkraft, die in jedem Element des Körpers würken müſte, damit die Winkelgeſchwindigkeit des Körpers eben die Veränderung leidet,

$$\frac{r\,dM.}{a}$$

Da nun ſowohl die ſollicitirenden als auch die Elementarkräfte einerley Würkung hervorbringen, ſo muß die Summe der Momente aller ſollicitirende Kräfte der Summe der Momente aller Elementarkräfte gleich ſeyn. Wenn nun Vf die Summe der Momente aller ſollicitirenden Kräfte iſt, ſo muß

$$Vf = \frac{1\int rr\,dM}{a}$$

ſeyn.

ſeyn. Hieraus wird alſo

$$a = \frac{\int rr\,dM}{Vf}.$$

Nun wird die Würkung der Elementarkräfte in dem Körper durch

$$d\vartheta = \frac{2g\,dt}{a}$$

beſtimmt, da nun dieſe einerley mit der Würkung der ſollicitirenden Kräfte iſt, ſo wird die Winkelgeſchwindigkeit des Körpers von allen den ſollicitirenden Kräften dergeſtalt verändert, daß

$$d\vartheta = \frac{2gVf\,dt.}{\int rr\,dM}$$

§. XXV. Iſt nun φ der Bogen, den der Punkt in der Zeit dt beſchrieben, deſſen Entfernung von der Axe $= 1$ iſt, ſo wird

$$\vartheta\,dt = d\varphi \text{ und } d\vartheta\,dt = dd\varphi$$

wenn dt als beſtändig betrachtet wird. Setzt man dieſe Werthe in der gefundenen Formel, ſo wird

$$1)\quad u\,du = \frac{2gVfd\varphi}{\int rrdM}$$

$$2)\quad dd\varphi = \frac{2gVfdt^2}{\int rrdM}$$

Und in dieſen Formeln iſt alles enthalten, was zur Beſtimmung der drehenden Bewegung eines Körpers um einer unbeweglichen Axe gehört.

§. XXVI. Das Integral $\int rrdM$ iſt allezeit poſitiv, weil ein jedes Element des Körpers poſitiv iſt, und es verändert ſich nach der Verſchiedenheit der Axen des Körpers. Man kann es alſo anſehen als das Produkt, welches entſteht, wenn man den Körper M durch das Quadrat einer gewiſſen Lienie multiplicirt.

Fg. 32 §. XXVII. Es ſey aa die Axe, um die ſich der Körper drehet, und bb eine andere Axe, welche mit der vorigen parallel iſt, aber durch das Centrum inertiæ des Körpers geht. Man ziehe MB, MA auf dieſe

beyde Axen von dem Punkt M perpendikular, und MC auf die Fläche, in der die beyde Axen aa, bb liegen. Es ſey $AB = l$ die Entfernung der beyden Axen, und ~~in~~ $MC = y$; $BC = x$. Ferner, Mkk das momentum inertiæ in Abſicht auf die Axe bb, ſo wird $Mkk = \int MB^2 dM$, und das momentum inertiæ in Abſicht auf die Axe aa, iſt $\int MA^2 dM$, oder, da $MB^2 = x^2 + y^2$, ſo wird $Mkk = \int (x^2 + y^2) dM$. Allein, $MA^2 = AC^2 + CM^2 = (l + x)^2 + y^2 = l^2 + 2lx + x^2 + y^2$. Folglich $\int MA^2 dM = \int (l^2 + 2lx + x^2 + y^2) dM = Ml^2 + 2l\int x dM + \int (x^2 + y^2) dM$. Es iſt aber aus der Statik bekannt, daß $\int x dM = 0$ iſt, weil die Axe bb durch das Centrum inertiæ des Körpers geht, und da $\int (x^2 + y^2) dM = Mkk$, ſo wird $\int AM^2 dM = Ml^2 + Mkk$. Setzt man nun dieſe Werthe in die Formel

$$ds = \frac{2gVfdt}{\int rrdM},$$ ſo wird

ds =

$$dx = \frac{2gVfdt}{M(kk+ll)}$$

$$xdx = \frac{2gVfd\phi}{M(kk+ll)}$$

$$dd\phi = \frac{2gVfdt^2}{M(kk+ll)}$$

§. XXVIII. Alle dieſe Formeln, die ich hier ganz kurz angeführt habe, ſind von einem gar groſſen Nutzen in der ganzen Mechanik, und man kann daraus alles herleiten, was in dieſer Wiſſenſchaft vorzügliches iſt.

Erſter Theil.

Von den Eigenſchaften des Pulvers.

Da alle Verſuche und Erfahrungen, um etwas Zuverläßiges in Abſicht auf die Eigenſchaften des Pulvers, und die Würkungen deſſelben zu entdecken, nicht anders als durch Hülfe des Feuers angeſtellet werden können; ſo wird es nicht

undienlich ſeyn, wenn wir gleich anfänglich einige allgemeine Betrachtungen über dem Feuer ſelbſt anſtellen, und dabey die Fußſtapfen derjenigen Philoſophen folgen, die unermüdet in der Unterſuchung der allerverborgenſten und verwirkeſten Wege der Natur, alles angewendet haben, um die Wahrheit zu entdecken.

Erſtes Capitel.

Von dem Feuer.

§. 1.

Der berühmte Hermann Börhave, und mit ihm der größte Theil der gelehrteſten Chymiſten, haben nach einer Reihe verſchiedener und oft wiederhohlter Verſuche nichts weiter von dem Feuer entdecken können, als einige Eigenſchaften, welche demſelben einzig und allein zukommen, und nach denen daſſelbe, nach den verſchiedenen Umſtänden, unter denen es ſich unſern Sinnen darſtellet, verſchiedene Namen bekommt.

Das

Das Element des Feuers, wenn es allein und unvermiſcht iſt, heißt, Feuer, Licht und Wärme, materia ſolaris. Man hält davor, daß daſſelbe an und vor ſich ein flüßiges Weſen und aus verſchiedenen kleinen Theilchen zuſammengeſetzt iſt, die ſich beſtändig, obzwar nicht immer mit einerley Geſchwindigkeit, bewegen. Der gelehrte Jacob Barthol. Beccari beweißt, daß dieſes Weſen an allen Orten und faſt in allen Körpern befindlich iſt, indeſſen kann man noch nicht beſtimmen, ob daſſelbe mit zu den Beſtandt- und weſentlichen Theilen der Körper gehöret.

Wenn man die gläſerne Kugel an der electriſchen Maſchine ein wenig reibet, ſo kann man ſich leicht überzeugen, daß das Feuer überall ausgebreitet iſt. Zwey harte Körper, wenn man ſie ſtark aneinander reibet, fangen erſtlich an warm zu werden, darauf erhitzen ſie ſich, fangen an Funken von ſich zu werfen, und, nachdem die Be-

ſchaffenheit der geriebenen Körper iſt, an zu brennen.

§. 2. Wenn das Feuer aus ſeinem flüſſigen Zuſtande, ſo zu ſagen, in dem Zuſtande der Dichtigkeit übergeht, und offenbahr ſelbſt ein Theil eines Körpers wird, ſo nennt man dieſe Subſtanz, eine verbrennliche Materie, phlogiſtiſche Materie, Schwefel, wenn man ihn als den Grundſtof betrachtet, oder Nahrung des Feuers. Man wird dieſes bey einigen Körpern gewahr, welche leicht anbrennen, welches offenbahr die Gegenwart des Feuers beweiſet.

§. 3. Ein Hauptkennzeichen des Feuers, ſo lange es ſich in dem erſten Zuſtande befindet, (§. 1.) iſt, daß es die Körper ſehr leicht durchdringt, ſich gleich ſtark in dieſelben vertheilet, ſie ausdehnet, und wenn es häufig in dieſelbe eindringen kann, die Theile derſelben endlich von einander trennet. Dieſe Leichtigkeit aber, mit der das Feuer in die Körper eindringt, und die

Theile derſelben von einander abſondert, iſt nach den verſchiedenen Eigenſchaften der Kórper, welche es antrift, verſchieden; und einige Kórper, als Holz, und die Theile der thieriſchen Kórper, dehnen ſich bey der Annäherung des Feuers keineswegs aus, ſondern ziehen ſich vielmehr zuſammen.

§. 4. Ein anderes unterſcheidendes Kennzeichen des Feuers iſt ferner, daß es viele Kórper entweder vermittelſt der Flamme, welche empor ſteigt, oder indem dieſelben glühend werden, leuchtend macht.

§. 5. Befindet ſich hingegen die Materie des Feuers in einem Kórper in dem zweiten Zuſtande, (§. 2.) ſo bringt ſie in den Theilen deſſelben nicht die geringſte Veránderung hervor, ſie theilet keine Wärme mit, und leuchtet auch nicht eher, als bis der Kórper ſo zu ſagen, in die feurige Bewegung verſetzt, das iſt, wirklich angezündet wird.

§. 6. Nachdem die Umſtände, in denen ſich das Feuer in dem erſten Zuſtande (§. 1.) befindet, verſchieden ſind, nach dem erſcheinen auch die Würkungen deſſelben verſchieden, und dieſe Verſchiedenheit bemerket man allezeit:

1) Wenn man das Feuer in einem beſtimmten Raum betrachtet.

2) Wenn man es als in einem Körper würklich befindlich, betrachtet.

3) Wenn man die Art und Weiſe und das Geſetz betrachtet, nach dem es die Körper, deren Eigenſchaften verſchieden ſind, durchdringet, und von denſelben aus ſich umher ausbreitet.

§. 7. Wenn man das Feuer in einem beſtimmten Raum betrachtet (§. 6. n. 1.) ſo wird man gewahr, daß die Quantität deſſelben ſich darinnen vermehren und vermindern und mit verſchiedenen Geſchwindigkeiten bewegen läßt; von der Menge dieſer Materie und der Geſchwindigkeit, mit der ſich

ſich dieſelbe in dieſem beſtimmten Raume bewegt, hängt ferner die Würkſamkeit und die Kraft deſſelben ab; dieſes kann man bey Brenngläſern und Brennſpiegeln in den Brennpunkten derſelben gewahr werden.

Die Kraft und Würkſamkeit des Feuers haben ihre Grade, und wir können dieſelbe nicht anders meſſen, als wenn wir auf die Ausdehnung der Körper und die Zertrennung der Theile derſelben acht haben. Jedoch hat man noch bis jetzt keinen zuverläßigen Maaßſtab ausfindig machen können, durch den man die Quantität und die Geſchwindigkeit des Feuers, jede an ſich ſelbſt, und auch die Würkungen, welche daſſelbe vermöge ſeiner Kraft in den Körpern hervorbringt, meſſen könnte. Denn da man noch nicht weiß, bis auf welchen Grad ſich ein Körper zuſammenziehen würde, wenn alle Feuertheilchen aus demſelben weggeſchaft würden, ſo iſt offenbahr, daß man noch nicht einen feſten und

beſtimmten Punkt hat, von dem man den wahren Anfang der Ausdehnung anrechnen könte. Bey der Einrichtung der Thermometer wird der niedrigſte Punkt, den man bishero angenommen hat, durch die Dichtigkeit des Queckſilbers beſtimmt, welche durch eine beſtimmte Vermiſchung des Salmiacks mit Schnee, hervorgebracht wird. Indeſſen zeigen doch die Beobachtungen, welche in den nördlichen Ländern angeſtellt worden, daß das Queckſilber in dieſen Thermometern einen größern Grad der Dichtigkeit gehabt hat. Bey der Einrichtung der Pyrometer, hängt der Punkt, welcher die gröſte Dichtigkeit anzeigt, von dem Zuſtande der Luft in Abſicht auf die Wärme ab, welcher ſehr veränderlich iſt. Dieſe beyde Werzeuge können alſo durch ihre ſtufenweiſe Veränderung nur den Unterſcheid der Ausdehnung nach den verſchiedenen Graden des Feuers, welches in dieſelbe dringt, oder welches ſie in ſich enthalten, anzeigen.

§. 8.

§. 8. Betrachtet man ferner das Feuer als etwas, welches ſich wirklich in einem Körper befindet, (§. 6. n. 2.) ſo findet es ſich, daß die Würkungen, welche es vermöge ſeiner Kraft hervorbringt, nicht blos von der Menge und der Geſchwindigkeit der feurigen Materie, ſondern auch von der Maſſe des Körpers abhangen, in dem ſich daſſelbe befindet. Dieſes wird man gewahr, wenn man zwey flüßige Weſen, deren Dichtigkeit verſchieden iſt, in einen gleichen Zuſtande der Wärme verſehen will. Bey den dichtern muß man alsdenn einen gröſſern Grad der Hitze anbringen. Man ſagt indeſſen, daß zwey Körper gleich warm ſind, wenn die Kraft oder der Grad des Feuers in denſelben den Maſſen derſelben proportional iſt.

Wenn wir zwey Körper anrühren, deren Dichtigkeit verſchieden iſt, und dieſelben haben einerley Grad der Wärme, ſo glauben wir allezeit, daß der dichtere wär-

 mer

mer ſey. Dieſes falſche Urtheil rühret aber daher, daß wenn wir den dichtern Körper anfaſſen, mehrere Theile deſſelben unſere Hand berühren, als wenn wir den angreifen, welcher nicht ſo dichte iſt. Hierdurch bekommen wir eine Empfindung, welche gröſſer oder kleiner iſt, nachdem die Anzahl der Punkte, welche wir berühret haben, gröſſer oder kleiner iſt; wir glauben alſo, daß die Kraft des Feuers ſich bey dem dichtern Körper ſtärker äuſſert als bey dem dünnern.

§. 9. Wenn man endlich die Art und das Geſetz unterſucht, nach dem das Feuer in die Körper dringt (§. 6. n. 3.) ſo findet ſich, daß die Veränderungen, welche ſich dabey ereignen, entweder blos von der verſchiedenen Kraft des Feuers, oder blos von den verſchiedenen Zeiten, in denen es angebracht wird, oder von der Verſchiedenheit der Oberflächen, den Eigenſchaften und den Maſſen der Körper abhänget,

welche

welche das Feuer umgiebt; und wenn eins von dieſen Dingen verſchieden iſt, ſo iſt dieſes hinreichend um zu machen, daß ganz andre modificationes erfolgen.

Man nehme zwey Stücke Eiſen, welche einander ähnlich, aber von verſchiedener Gröſſe ſind, und lege dieſelben in eben daſſelbe Feuer, ſo wird man gewahr werden, daß dasjenige, welches kleiner iſt, ſich viel eher erhitzet, als das andre. Man ſchlage hingegen dieſes letztere dünner, ſo daß die Oberfläche deſſelben gröſſer wird, ſo wird es ſich weit eher erhitzen als das erſtere. Man kann auch dieſe verſchiedene Würkungen ſehen, wenn man ein Stück Eiſen und einen Stein oder einen andern Körper in eben daſſelbe Feuer legt.

Alles dasjenige, was bishero von der Leichtigkeit geſagt worden, mit der das Feuer in die Körper dringt, läßt ſich auch gebrauchen, wenn man unterſuchen will,

wie

wie das Feuer ſich von den Körpern ent=
fernet und aus demſelben herausgeht.
Denn ſo bald ſich in einem Körper eine gröſ=
ſere Quantität Feuer befindet, als dieje=
nige iſt, welche denſelben umgiebet, ſo
dringt das Feuer hervor, und entfernt ſich
von demſelben, indem es ſich auf allen Sei=
ten gleich ſtark ausbreitet; die Kraft die=
ſes Feuers, welches ſich ausbreitet, nimmt
auch je mehr und mehr ab, je weiter es ſich
von dem Körper, aus dem es hervordringt,
entfernet. Wenn man das Geſetz beſtimmen
will, nach dem ſich dieſes Feuer ausbreitet,
ſo muß man erſtlich ausmachen, um wie
viel die Quantität des Feuers in den Kör=
pern ſelbſt gröſſer iſt, als diejenige, wel=
che den Körper umgiebt, und dabey auf
die Zeit, die Oberfläche, die Eigenſchaf=
ten und Maſſe des Körpers, welche alles
hierauf keinen geringen Einfluß hat, acht
haben, und es iſt offenbahr, daß ſich hier=
bey eine groſſe Verſchiedenheit zeigen muß,

wenn

wenn entweder alle oder einige von dieſen Dingen verſchieden ſind.

§. 10. Nachdem wir alſo die verſchiedenen Umſtände unterſucht haben, welche einen Einfluß auf die Würkung des Feuers haben, wenn daſſelbe entweder in einen beſtimmten Raume, oder als ſich in den Körpern wirklich mit befindlich betrachtet wird; da wir auch ferner die Art und das Geſetz unterſucht haben, nachdem es in die Körper eindringt oder ſich von denſelben entfernet; ſo wollen wir auch ſehen, was mit demſelben bey dem Anzünden und Verbrennen brennbarer Körper vorgeht.

Wenn man in einem brennbaren Körper die feurige Bewegung entweder in der Geſtalt einer Flamme oder glühenden Kohle erregen will, ſo geſchiehet dieſes auf zweyerley Art:

1) Man legt entweder äußerlich an den brennbaren Körper eine gewiſſe Quantität Feuer;

2) Oder, man vermehrt die Bewegung des Feuers, welches ſchon in dem brennbaren Körper enthalten iſt.

§. 11. Wenn man auf die Leichtigkeit ſieht, mit der brennbare Körper vom Feuer verzehret werden, ſo kann man dieſelben in zwey Claſſen theilen. Zur erſten werden alſo diejenigen gehören, welche ſo beſchaffen ſind, daß, wenn man einige Theile derſelben in Brand ſetzet, das Feuer ſich auf die andre ſo lange fortpflanzet, bis der Körper völlig von der Flamme verzehret worden, dergleichen geläuterter Weingeiſt, Schwefel, ꝛc. ſind. Die zweite Claſſe wird aus derjenigen Art von Körpern beſtehen, welche ſo beſchaffen ſind, daß wenn man einige Theile derſelben angezündet hat, ſich das Feuer nicht von ſelbſt auf die andern fortpflanzet, ſondern da man entweder das Feuer durch neues unterhalten, oder die Bewegung deſſelben in den ſchon angezündeten Theilen vergröſſern, oder dem brennbaren

baren Körper eine ſolche Lage geben muß, daß das Feuer, welches auf allen Seiten aus den angezündeten Theilen hervordringt, in der Nähe andre brennbare Theile antrift, welche noch nicht angezündet ſind. Der größte Theil von Vegetabilien, Kohlen ꝛc. gehöret zu dieſer Claſſe.

§. 12. Der Grad des Feuers, welcher erfordert wird, um die feurige Materie, welche ſich in den brennbaren Körpern von beyden Claſſen befindet, in Bewegung zu ſetzen, und, wenn ſie einmal entzündet, ſie in dieſem Zuſtande zu erhalten, iſt nach der verſchiedenen Beſchaffenheit der Körper ſelbſt ſehr verſchieden: nnd man hat angemerkt, daß dieſer Grad des Feuers in einem jedem brennbaren Körper gröſſer ſeyn muß, nachdem derſelbe von einer mehr oder weniger verdünten Luft umgeben wird, oder wenn ſich von dem ſchon angezündeten Körper der Rauch und andere Materien, welche eigentlich die

Nahrung

Nahrung des Feuers nicht ſind, nicht abſondern können.

In beyden Fällen muß man, wenn der Körper gänzlich verbrennen ſoll, entweder das Feuer beſtändig durch neues Feuer unterhalten, oder die Bewegung desjenigen, welches ſchon in dem Körper iſt, immer mehr und mehr gröſſer zu machen ſuchen.

§. 13. Man kann aus dem vorhergehenden leicht ſehen, wie weitläuftig die Lehre von den Würkungen des Feuers ſeyn muß, da nicht allein die Witterung, die Oberfläche, die verſchiedenen Eigenſchaften und Maſſen der Körper, denen es ſich nähert, und noch andere Materien, welche den Körper umgeben, verſchiedene Veränderungen darinnen hervorbringen, ſondern die Modifications ſelbſt, denen das Feuer nach ſeiner Menge und der Geſchwindigkeit mit der es ſich bewegt, unterworfen iſt, einen gar ſtarken Einfluß darauf haben.

§. 14. Die Gewalt des Pulvers, welche ſich bey Feuerröhren, Bomben, in den Mienen ꝛc. nachdem daſſelbe ſich entzündet, offenbahret, zeigt deutlich, daß die Würkungen des Feuers nach der Beſchaffenheit, der Proportion der Beſtandtheile des Pulvers, der äuſſerlichen Luft, welche daſſelbe umgiebt, und verſchiedenen andern Umſtänden, die wir an ſeinem Ort anzeigen werden, vielen Veränderungen unterworfen ſind. Und da es nicht in unſerer Macht ſteht, alle die Umſtände, welche zu deſſen Entzündung und gänzlichen Verbrennung etwas beytragen, auf das genauſte zu beſtimmen, ſo können wir auch nicht verlangen, daß einerley Quantität Pulver in eben demſelben Gewehr beſtändig eben dieſelbe Würkung hervorbringen ſoll.

Zweites Capitel.

Vom Schwefel, Kohlen, Salpeter, und ihrer Vermiſchung.

§. 15.

Man verſtehet unter dem Schwefel einen gewiſſen Körper, der aus der Vermiſchung eines vitrioliſchen Acidi mit einer verbrennlichen Materie entſteht, und man rechnet denſelben mit unter die Mineralien, weil er aus der Erde gegraben wird. Ein mäßiger Grad des Feuers macht, daß derſelbe ſchmelzt, und ſich in kleine Bröckchen, welche man Schwefelblumen nennet, verwandelt: wenn derſelbe alſo mit fremden Materien vermiſcht iſt, ſo muß man denſelben ſublimiren, wenn man ihn rein haben will.

§. 16. Der Schwefel hat die Eigenſchaft, daß er ſich entzündet, brennt, und völlig verzehrt wird, wenn er in freier Luft einen etwas gröſſern Grad des Feuers bekommt, als erfordert wird, um denſelben

zu ſchmelzen. Die Bewegung des Feuers pflanzet ſich in demſelben leicht fort; und dieſes iſt auch die Urſache, warum man ſich deſſelben bey der Verfertigung des Pulvers bedienet.

§. 17. Wenn die Luft, welche den Schwefel umgiebt, verdünnet wird, ſo entzündet ſich derſelbe nicht ſo leicht, und verbrennt auch mehr oder weniger geſchwinder, nachdem die Luft mehr oder weniger verdünnt worden. Wenn man denſelben unter einen Recipienten, aus dem die Luft mit aller Gewalt herausgepomt worden, anzünden will, ſo muß man einen weit gröſſern Grad des Feuers anbringen, als erfordert wird, um ihn in freyer Luft anzuzünden. Der Inhalt des Recipienten ſelbſt muß auch eine gehörige Verhältniß zu dem Schwefel, haben, welcher in Brand geſetzet werden ſoll, damit der Rauch, wenn derſelbe gar zu ſehr verdickt wird, nicht verhindere, daß derſelbe gänzlich verbrenne (§. 12.).

Das einzige Mittel, um den Schwefel aufzulöſen, iſt, daß man denſelben in Brand ſetzet; die verbrennliche Materie wird dadurch zerſtört, und das Acidum Vitriolicum geht durch den Dampf davon.

§. 18. Die Kohlen, deren wir uns bey der Verfertigung des Pulvers bedienen, ſind ein Körper, welcher aus einer verbrennlichen und erdichten Materie beſteht, die in den Vegetabilien enthalten iſt. Wenn man Kohlen haben will, ſo verbrennt man dieſe Vegetabilien dergeſtalt, daß ſie keine Flamme von ſich geben können; alsdenn vereinigt ſich ein Theil der verbrennlichen Materie, welche in denſelben enthalten iſt, ſehr genau mit den erdichten Theilen, welche am dichteſten ſind. Die Kohlen laſſen ſich durch nichts anders als durch das Feuer auflöſen. Dieſes ſondert ſogleich die verbrennliche Materie von den erdichten Theilen ab; und dieſe alſo von einander getrennte und zurückgebliebene Theile pflegt man alsdenn Aſche zu nennen.

§. 19.

§. 19. Die Haupteigenſchaft der Kohlen beſtehet darinnen, daß, wenn ſie in freyer Luft einem gehörigen Grade des Feuers ausgeſetzt ſind, ſie anfangen zu brennen und ſich nach und nach verzehren. Bisweilen geben ſie eine kleine bläulichte Flamme von ſich. Meiſtentheils geben ſie aber nur einen Schein von ſich und werden glühend ohne die geringſte Flamme zu zeigen. Wenn ſie in dieſem Zuſtande vom Winde bewegt werden, ſo bekommen ſie die lebhafteſte Röthe und werfen ein Glanz von ſich, der deſto ſtärker iſt, je heftiger der Wind auf ſie würket; und alsdenn verwandeln ſie ſich ſehr geſchwinde in Aſche. Wegen dieſer Eigenſchaft werden ſie zu der Verſertigung des Pulvers gebraucht.

§. 20. Eigentlich werden die Kohlen nicht eher glühend, als bis das Feuer, welches auf ſie würket, ſtärker iſt, als es erfordert wird, um den Schwefel in Brand zu ſetzen. Hingegen pflanzt ſich die Bewe-

gung des Feuers in ihnen nicht ſo leicht fort, und ihre völlige Auflöſung geſchieht weit langſamer als bey dem Schwefel. Dieſe Würkungen ſelbſt hängen auch von den beſondern Eigenſchaften der Kohlen ab, und man wird finden, daß die leichten, und die ſo weniger von den feſten erdichten Theilen enthalten, ſich weit eher entzünden, und in Aſche verwandelt werden.

§. 21. Je dünner die Luft iſt, welche die Kohlen umgiebt, je ſtärker muß der Grad des Feuers ſeyn, um dieſelben zu entzünden und glühend zu erhalten (§. 12.).

§. 22. Der Salpeter entſteht, wenn ſich das Sal nitri mit einem Alcali fixo vereiniget. Man kann ihn einzeln aus den thieriſchen und vegetabiliſchen Theilen bekommen, welche nach der Fäulung ſich mit Steinen, Erde, Kalk, ꝛc. vermiſchen. Wenn man ihn von dieſen Materien abſondern will, ſo gieſſet man Waſſer, indem man vorher

her ein Alcali fixum ſchüttet, darüber, und läſſet es kochen.

Dieſes Salz kryſtalliſirt ſich in lange Spitzen, die über einander liegen; und die Kryſtalliſation iſt das einzige Mittel denſelben zu reinigen. Man muß dieſelbe zwey- drey- und mehrere mahl wiederholen, nachdem die Materien beſchaffen ſind, unter denen er ſich befindet (prakt. Artill.). Hat man den Salpeter auf dieſe Art gereiniget und von den fremden Materien abgeſondert, ſo hat er beſtändig einerley Eigenſchaften und in gleichen Grade, die Materien, aus denen er gezogen worden, mögen übrigens beſchaffen geweſen ſeyn wie ſie wollen.

§. 23. Er hat die Eigenſchaft, daß er ſich im Waſſer und zwar in kochendem, geſchwinder als im kalten, auflöſen läßt, und bey einem etwas ſtärkern Grade des Feuers, als erfordert wird, um den Schwefel zu ſchmelzen, ebenfals zergeht. Wenn er flüſſig geworden, und man vermehrt das Feuer

etwas, ſo ſetzet ſich der Salpeter in ſichtbaren Theilchen an, und man nennet diejenigen, welche ſich in den obern Theilen eines Gefäßes befinden, Salpeterblumen. Will man das Acidum von dem Alcali fixo abſondern, ohne dabey eine verbrennliche Materie zu gebrauchen, welche den Salpeter unmittelbar berühret, ſo muß man ihn eine lange Zeit einem ſehr heftigen Feuer ausſetzen, und dieſe Abſonderung ſehr langſam vornehmen.

§. 24. Wenn ein brennbarer Körper, der aber wirklich entzündet iſt, und einen gewiſſen Grad des Feuers bekommen, den Salpeter unmittelbar berühret, ſo entſtehet in der Gegend, wo die Berührung geſchieht, mit einem Geräuſch eine heftige Flamme; und man wird dabey einen kleinen Wind gewahr, ſo daß dadurch die Heftigkeit des Feuers vermehret wird (§. 7.). In dieſem Augenblick ſondert ſich das Acidum von dem Alcali ab und verfliegt: der brenn-

bare

bare Körper aber, welcher den Salpeter berühret, wird plötzlich aufgelöſet. Die alcaliſchen Theile, welche übrig bleiben, heiſ- aufgelöſter Salpeter, nitrum fixum.

§. 25. Dieſe Auflöſung des Salpeters kann ſo wohl in freyer Luft als auch in einem Orte geſchehen, worin ſich keine Luft befindet; jedoch wird in dieſem letztern Falle ein weit heftiger Grad des Feuers erfordert, um in dem brennbaren Körper die Feuertheilchen in Bewegung zu erhalten (§. 12.).

§. 26. Der Salpeter läßt ſich auf zweyerley Art durch das Feuer auflöſen:

1) Wenn ein brennbarer Körper, der wirklich angezündet worden, den Salpeter berühret, wenn dieſer feſte geworden, oder ſich in einen ſoliden Körper verwandelt hat.

2) Wenn der Salpeter ſich in einem flüßigen Zuſtande befindet und ſo heiß geworden, daß er er in dem brennbaren Körper, welcher ihn berühret, die

Bewegung des Feuers hervor zu brin=
gen im Stande iſt.

§. 27. Um den Salpeter auf die erſte Art aufzulöſen, bedienet man ſich vegetabi= liſcher glühender Kohlen, und es liegt nichts daran, von welcher Art dieſelben ſind. Der Salpeter fängt alsdenn an, ſich aufzulöſen, und dieſes währet ſo lange, bis der Salpe= ter oder die Kohlen völlig verzehret worden. Will man nun haben, daß der Salpeter und die Kohlen gänzlich und zu gleicher Zeit aufgelöſet werden ſollen, ſo muß die Menge der Kohlen zu dem Salpeter eine gewiſſe Verhältniß haben; und je beſſer dieſe Materien miteinander vermiſcht ſind, und alſo die Kohlen und Salpetertheile ein= ander in einer beſſern Verhältniß berühren, je ſchneller wird auch die völlige Auflöſung erfolgen.

§. 28. Der Schwefel, wenn er gleich angezündet worden, iſt allein nicht im Stande den Salpeter aufzulöſen, man muß

ihn

ihn alſo mit Kohlen vermiſchen. Alle vegetabiliſche Kohlen werden zwar glühend, wenn ſie eine gute Zeit dem Feuer des angezündeten Schwefels ausgeſetzt ſind; indeſſen werden dieſe Kohlen doch immer langſamer glühend, je dichter dieſelben, oder je häufiger die dichten erdichten Theile in denſelben ſind. Damit alſo der Grad des Feuers, welcher vermögend iſt, den Schwefel in Brand zu bringen, auch zu gleicher Zeit die Kohlen anzünde; ſo muß man bey dieſer Vermiſchung nicht allein die Quantität der Kohlen und des Schwefels in einer gehörigen Verhältniß annehmen, ſondern auch auf die Beſchaffenheit der erſtern ſelbſt acht haben.

Wenn man dieſe Verhältniß, welche zwiſchen dem Schwefel und den Kohlen ſtatt finden muß, beſtimt hat, und dieſe Materie mit einer gewiſſen Quantität Salpeter vermiſcht, und um die Entzündung deſto leichter zu bewerkſtelligen, ſie wohl untereinan-

der

der reibet, ſo entſtehen daraus verſchiedene Würkungen. Iſt die Quantität des Salpeters dabey zu groß angenommen worden, ſo kommen die brennbaren Theile zu weit aus einander: wenn man alſo damit Verſuche in freyer Luft anſtellet, ſo iſt das Feuer, welches an einem Theile dieſer Vermiſchung angebracht wird, nicht im Stande ſich fortzupflanzen und die übrigen brennbaren Theile zu entzünden; oder weil die brennbare Materie zu wenig da iſt, ſo wird doch der Brand, wenn ſich dieſe auch völlig entzündet, eher aufhören, als es ſeyn ſolte um den Salpeter gänzlich aufzulöſen. Iſt im Gegentheil die Quantität des Salpeters zu klein, ſo wird derſelbe ſchon völlig aufgelöſet, ehe die brennbare Materie ganz in Brand geräth. Hieraus folgt alſo offenbar, daß man dieſe drey verſchiedene Beſtandtheile der Vermiſchung dergeſtalt gegen einander proportioniren muß, daß die völlige Auflöſung des Salpeters und

der

der beyden andern Materien ſich zu einer-
ley Zeit anfange, gleich ſtark fortpflanze,
und auch in einem Augenblick aufhöre.
So bald der Salpeter in dieſer Vermiſchung
anfängt ſich aufzulöſen, ſo erregt der Wind,
welcher dadurch entſtehet (§. 24.), in den
umliegenden Kohlen eine ſtärkere Gluth
(§. 19.). Das Feuer bekommt daher Ge-
legenheit, ſeine Kraft ſtärker zu äußern
(§. 7.), und die Flamme, welche empor
ſteigt, vermehrt die Entzündung dergeſtalt,
daß die Auflöſung des Ganzen dadurch
weit plötzlicher und heftiger vor ſich geht.

§. 29. Dieſe Art, den Salpeter durch
Hülfe des Schwefels und Kohlen, ſo ange-
zündet worden, aufzulöſen, iſt eben dieje-
nige, deren man ſich bedienet, um das Pul-
ver in freyer Luft und in den Schießge-
wehren anzuzünden.

§. 30. Wenn man den Salpeter auf
die zweyte Art auflöſet (§. 26. n. 2.), das
iſt, ſo bald derſelbe in ſeinem flüßigen Zu-
ſtande

ſtande dergeſtalt erhitzet und von dem Feuer durchdrungen worden, daß er in dem brennbaren Körper, deſſen man ſich zu dieſer Abſicht bedienet, leicht das Feuer in Bewegung ſetzet, ſo iſt der Grad des Feuers, mit dem ſich der Salpeter anfängt aufzulöſen, allezeit weit heftiger als bey der erſten Art.

Fig. 1 Man befeſtige an dem Teller AB der Luftpumpe einen hohlen Zylinder C der unten gerundet und aus dünnem kupfernen Bleche verfertiget worden, dergeſtalt, daß deſſen Boden unterhalb kommt. In denſelben ſchütte man eine Quantität Salpeter, Schwefel und Kohlen, die man mit einander vermiſcht hat. Hierauf nehme man einen andern eiſernen Zylinder, der dergeſtalt in D ausgehölet iſt, daß er ſich genau an den Zylinder C ſchlieſſet, laſſe denſelben glühend werden, und bringe ihn an den erſten Zylinder, ſo bald dieſes geſchieht, wird ſich die Vermiſchung geſchwinde entzünden

zünden und in kurzer Zeit völlig verzehret werden. Man ſchütte aufs neue in den Zylinder C ebrn ſo viel von eben dieſer Vermiſchung, ſetze einen gläſernen Recipienten auf den Teller, und nehme die Luft unter demſelben weg. Macht man nun das Eiſen wieder eben ſo glühend als vorher, und bringt es an den Zylinder, ſo wird dieſe Vermiſchung deſto langſamer Feuer fangen, je dünner die Luft unter dem Recipienten iſt. Hat man die Luft mit aller Gewalt unter dem Recipienten weggenommen, und dieſelbe ſo ſehr verdünnet als es möglich iſt, ſo gehet die Auflöſung des Salpeters nicht eher vor ſich, als bis derſelbe nebſt dem Schwefel völlig geſchmolzen, und verſchiedenemahl durch die Hitze zum Aufwallen gebracht worden.

§. 31. Eben auf dieſe zweite Art muß man verfahren, wenn man das Pulver in einem leeren Raum anzünden will: man wird alsdenn ebenfals gewahr werden, daß

das

das Pulver nicht eher brennet, als bis es weich geworden, und währendem Schmelzen anfängt aufzuwellen.

§. 32. Wenn man auf die eine oder die andere Art den Salpeter in einem Gefäſſe auflöſet, welches überall feſte zugeſchloſſen iſt, und, nachdem man das Gefäſſe kalt werden laſſen, ein kleines Loch in demſelben macht: ſo wird man den Augenblick einen Wind gewahr, welcher aus dem Gefäſſe kommt, und ſtärker oder ſchwächer iſt, nachdem man mehr oder weniger Salpeter zu dem Verſuch genommen. Dieſer Wind entſteht durch die Bewegung einer flüßigen Materie, welche durch die Auflöſung des Salpeters entwickelt wird, und von dem Dampfe ſehr verſchieden iſt, daher man ſie auch ſorgfältig von einander unterſcheiden muß. Denn eines Theils läßt ſich der Rauch von der flüßigen elaſtiſchen Materie zum Theil abſondern, theils ſetzet ſich derſelbe an die innern Theile des Gefäſſes nach

und nach an, und bringt nicht die geringſte Würkung hervor. Hingegen bleibt die Kraft dieſer elaſtiſchen Materie beſtändig unveränderlich und offenbahret einerley Würkungen, man mag dieſelbe noch ſo lange in dem Gefäſſe aufbehalten. Dieſe elaſtiſche Materie dauert alſo beſtändig fort; und in dieſer fortdauernden elaſtiſchen Materie beſtehet auch faſt die ganze Kraft des Pulvers, welche jedoch durch die Gegenwart des Feuers ſehr vermehret wird.

§. 33. Die Auflöſung des Salpeters kann in einem dergeſtalt verſchloſſenen Gefäſſe öfters unterbrochen werden, wenn gleich der brennbare Körper ſo angezündet worden, in der Proportion angenommen worden, daß er im Stande iſt den Salpeter auf die erſte Art aufzulöſen (§. 26. n. 1.). Dieſes geſchiehet, wenn entweder der Inhalt des Gefäſſes in Abſicht auf die Materien, welche zu dem Verſuch genommen werden, zu klein, und die Berührung der

ſalpetrichten und brennbaren Theilchen nicht überall gleich ſtark iſt, ſo daß eine ziemliche Zeit zur völligen Auflöſung erfordert wird. Der Rauch, welcher häufig in dem Gefäſſe eingeſchloſſen iſt, löſcht alsdenn den brennbaren Körper aus, und aus dieſer Urſache thut man beſſer, wenn man auf die zweite Art verfährt, und das Feuer beſtändig durch neues unterhält.

§. 34. Dieſe fortdauernde elaſtiſche flüßige Materie entſteht aber blos aus dem Salpeter. Um dieſes zu beweiſen, darf man nur in eben dem verſchloſſenen Gefäſſe Kohlen und Schwefel allein anzünden, und das Gefäß wieder kalt werden laſſen: macht man alsdenn eben das vorige Loch wieder offen, ſo wird man nicht den geringſten Wind verſpühren. Aus dieſen und allen andern Verſuchen läßt ſich alſo ſchlieſſen, daß, wenn man dieſe beyde Körper anzündet, dadurch keine elaſtiſche flüßige Materie hervorgebracht wird, welche, ſo lange man will,

ſich

ſich in einem ſolchen Zuſtande erhält. Der Rauch, welcher dieſe Materien, wenn ſie verbrannt werden, hervorbringen, iſt zwar elaſtiſch; ſo bald aber die Wärme in demſelben aufhöret, verlieret er nicht allein alle Elaſticität, ſondern zieht auch ſo gar eine gewiſſe Quantität natürlicher Luft in ſich, und ſelbſt einen Theil von der flüßigen elaſtiſchen Materie, welche aus dem Salpeter erzeuget wird, ſo oft ſich dieſe fortdaurende Materie mit demſelben vermiſcht, welches man alles beſſer hernach ſehen wird.

§. 35. Aus den vorigen Verſuchen, die wir über die Auflöſung des Salpeters, wenn derſelbe mit Schwefel und Kohlen vermiſcht iſt und hernach angezündet wird, angeführet haben: und aus verſchiedenen andern Verſuchen, welche man darüber durch Hülfe angezeigter brennbarer Körper, wenn ſie angezündet werden, anſtellen kann, laſſen ſich folgende Sätze herleiten, welche unveränderlich richtig ſind.

 1) Daß

1) Daß nicht allein ein gewiſſer Grad des Feuers erfordert wird, um die beyde brennbare Körper anzuzünden: ſondern daß auch ein gewiſſer Grad des Feuers erfordert wird, um den Salpeter aufzulöſen.

2) Daß dieſer Grad des Feuers ſtärker ſeyn muß, nachdem die Luft, welche die Vermiſchung umgiebet, dünner, oder der Rauch in der Gegend, wo ſich der Brand anfängt, dicker iſt.

3) Daß, da die Auflöſung des Salpeters immer nach und nach geſchiehet, die Zeit, in der ſolche geſchiehet, um deſto kürzer iſt, je gleichförmiger die Berührung zwiſchen den ſalpetrichten und brennbaren Theilchen geſchiehet; dieſes erhält man dadurch, wenn man die Materien gut in einander menget, und eine gute Verhältniß zwiſchen denſelben feſtſetzet.

4) Daß durch die Auflöſung aus dem Salpeter eine flüßige fortdaurende elaſtiſche Materie erzeugt wird, welche in dieſem Zuſtande ſo lange als man es haben will, verbleibet.

Drittes Capitel.

Von dem Pulver.

§. 36.

Das Pulver, deſſen man ſich bey den Schießgewehren bedienet, iſt eine Materie, welche aus ſehr leichten Kohlen, Schwefel und wohlgereinigtem Salpeter zuſammengeſetzt iſt.

Dieſe Materien thut man in einen hölzernen Mörſel, oder bringt ſie auf eine hölzerne Mühle, damit durch das allmählige Reiben die Berührung zwiſchen den nitröſen und brennbaren Theilchen allgemein werde. Von Zeit zu Zeit sprützet man über dieſe Vermiſchung etwas Waſſer, theils um den Satz zu bekommen, den man

hernach in kleine Körnchen verwandelt; theils um zu verhindern, daß währendem Stoſſen oder Mahlen, die feinſte Theilchen der Kohlen und des Salpeters nicht verfliegen, ſondern die angenommene Verhältniß zwiſchen dieſen dreyen Beſtandtheilen beybehalten werde. Wenn man glaubt, daß durch das Stoſſen oder Mahlen, dieſe Materien ſo gut als möglich untereinander gemiſcht ſind; (wozu die Pulvermacher eine längere oder kürzere Zeit anwenden, nachdem mehr oder weniger Salpeter zu der Vermiſchung genommen worden) ſo macht man aus dem Satz die vorhin angezeigte Körnchen, trocknet dieſelben, und bekommt daraus das ſogenannte Schießpulver.

§. 37. Bey dieſem Verfahren wird man nichts gewahr, welches dem Pulver die Eigenſchaft benehmen könnte, welche man in einem jeden von deſſen Beſtandtheilen einzeln und auch in deren Verbindung wahrgenommen (§. 35.). Weil man keinen brennba-

ren Körper kennt, welcher vor ſich allein die gänzliche und plötzliche Auflöſung des Salpeters bewerkſtelligen könnte, ſo bedienet man ſich zu der Verfertigung des Pulvers des Schwefels und der Kohlen. Der erſtere entzündet ſich, wie wir ſchon geſagt, bey einem etwas lebhaften Feuer, welches ſich leicht ausbreitet, aber doch an und vor ſich nicht ſo viel Kraft hat, den Salpeter aufzulöſen. Die Kohlen hingegen, welche ſich weit langſamer entzünden, und das Feuer in die Theile derſelben dringen laſſen, enthalten, ſo bald ſie glühend geworden, einen ſolchen Grad des Feuers in ſich, welcher hinreichend iſt, den Salpeter aufzulöſen. Wenn man alſo die beyde brennbare Materien, nemlich den Schwefel und die Kohlen, mit einander in gehöriger Verhältniß und mit dem Salpeter verbindet, ſo bekommt alsdenn die ganze zuſammengeſetzte Maſſe, wenn dazu auch eine proportionirte Quantität von dieſer letztern Materie

terie genommen wird, die Eigenſchaft, daß ſich nicht allein das Feuer darinnen leicht auf die anliegende Theilchen fortpflanzet, ſondern es erfolgt auch eine plötzliche und völlige Auflöſung des Salpeters. Iſt aber die Quantität des Salpeters in dieſer Vermiſchung zu groß, ſo wird ſich das Feuer auf die brennbare Theile um deſto ſchwerer fortpflanzen, je gröſſer dieſe Quantität iſt, und es kann geſchehen, daß es ſich ganz und gar nicht fortpflanzet. Man nehme vierzehen Theile Salpeter, einen Theil Schwefel und einen Theil Kohlen, miſche ſie untereinander, und bringe vermittelſt einer glühenden Kohle Feuer an dieſelbe, ſo wird man gewahr werden, daß nur diejenigen Theile von dieſer Vermiſchung, welche die Kohle berühret, in Brand gerathen, das Feuer ſich aber keinesweges vermittelſt der Flamme, welche empor ſteigt, auf die andern Theile fortpflanzet.

Iſt hingegen die Quantität des Salpeters in Abſicht auf die verbrennlichen Theile kleiner als ſie billig ſeyn ſolte, ſo daß in der ganzen Vermiſchung die Theile des Salpeters zu ſehr aus einander geſtreuet ſind, und man bringet irgendwo Feuer an, ſo iſt die Flamme, welche durch die Auflöſung des Salpeters entſtehet, zu ſchwach und nicht vermögend, ſich auf die übrigen Theile der ganzen Vermiſchung fortzupflanzen; es wird alſo eine lange Zeit erfordert die ganze Maſſe aufzureiben, und die Menge der fortdaurenden elaſtiſchen flüßigen Materie, von der gröſtentheils die Kraft des Pulvers herrühret, iſt geringer. Man kann ſich hiervon leicht überzeugen, wenn man eine ſolche Vermiſchung abbrennet, welche aus gleich viel Theilen, Salpeter, Schwefel und Kohlen beſteht.

§. 38. Es muß alſo nothwendig zwiſchen dieſen dreyen Beſtandtheilen des Pulvers eine ſolche Verhältniß möglich ſeyn, welche

verurſacht, daß ſich nicht allein die ganze Vermiſchuug am geſchwindeſten aufloͤſet, ſondern auch in einer gegebnen Zeit daraus die groͤſte Quantitaͤt dieſer fortdaurenden elaſtiſchen fluͤßigen Materie erzeugt wird. Dieſe Verhaͤltniß beſtimmt alſo das beſte Pulver. Aus den Verſuchen, welche wir in dem vorhergehenden Paragraphen angefuͤhret haben, erhellet offenbar, daß dieſe Verhaͤltnis zwiſchen den beyden in den Verſuchen angezeigten Verhaͤltniſſen liegen muß.

§. 39. So bald die Erfindung des Pulvers in Europa bekannt wurde, nahm man verſchiedene Verhaͤltniſſe unter dieſen dreyen Materien, und in der Groͤſſe der Koͤrner an; das Pulver bekam dahero verſchiedene Namen, nachdem ſich entweder die Groͤſſe dieſer Koͤrner, oder die Verhaͤltniß zwiſchen den Beſtandtheilen des Pulvers veraͤnderte.

Zu Anfang dieſes Jahrhunderts bediente man ſich bey dem Pulver faſt uͤberall

nur

nur dreyer verſchiedenen Verhältniſſe, und dreyer verſchiedenen Gröſſen von den Kör- nern, und heutiges Tages hat man in ganz Europa bey nahe nur eine Art von Pulver im Kriege. Man wird in dieſer Unter- ſuchung gewahr werden, daß die Eigen- ſchaften des Pulvers ſo wohl nach der Be- ſchaffenheit dieſer Verhältniſſe, als auch nach der Gröſſe dieſer Körner einige Verän- derungen leiden. Damit wir nun nicht nöthig haben, alle Augenblick die Beſchrei- bung der verſchiedenen Arten von Pulver, die wir mit einander vergleichen wollen, zu wiederholen, ſo wollen wir hier die Benen- nung anführen, unter denen ſie in denen Zeiten, welche uns am nächſten ſind, vor- kommen. Dabey wollen wir anmerken, daß dasjenige, was wir von den Mo- difications von einer gewiſſen Art von Pulver ſagen werden, auch auf alle übri- ge Arten von Pulver angewendet werden muß.

§. 40. Dasjenige Pulver, welches aus fünf Theilen Salpeter, einem Theil Schwefel und einem Theil Kohlen beſteht, und dergeſtalt gekörnt iſt, daß es leicht in das Zündloch neuer Gewehre geht, heißt Musqueten-Pulver; und wenn die Körner zwey- drey- ꝛc. mahl gröſſer ſind als die vorigen, Canonen-Pulver.

Dasjenige, welches aus ſechs Theilen Salpeter, einem Theil Schwefel und einem Theil Kohlen beſteht, und deſſen Körner ſo groß als bey dem Musqueten-Pulver ſind, heißt ordinair Pulver; wenn aber die Körner ohngefehr halb ſo klein ſind, ſo heißt es fein Pulver. Bisweilen beh lt man dieſe letztere Verhältniß, nimmt aber ſolche Kohlen, die nicht ſo dichte ſind als die vorigen, und körnt das Pulver ſo wie das feine Pulver, und nennet es alsdenn Pirſch Pulver.

Nimmt man hingegen ſieben Theile Salpeter, einen Theil Schwefel, und einen Theil Kohlen, und macht die Körner ſo

groß

groß als bey dem Pirſch=Pulver, ſo heißt es alsdenn Luſtpulver (Polvere di giuoco).

§. 41. Nachdem wir dieſes angeführet haben, ſo wollen wir uns jetzt bemühen zu zeigen, daß das Pulver, wenn es angezündet wird und ſo lange es brennet, eben dieſelben Eigenſchaften hat, welche wir bey der Verbindung der Beſtandtheile deſſelben wahrgenommen haben (§. 35.) die aber nach der verſchiedenen Verhältnis dieſer letztern, der Sorgfalt mit der ſie untereinander gemiſcht worden, der Gröſſe der Körner und vielen andern Urſachen, die wir an ſeinem Ort anzeigen werden, verändert werden.

§. 42. Wenn man einige Pulverkörner an glühende Kohlen legt, ſo kann man ſich leicht überzeugen, daß nicht ein jeder Grad des Feuers im Stande iſt, das Pulver zu entzünden, und daß, wenn man bey demſelben denjenigen Grad des Feuers anbringt, welcher nur vermögend iſt den Schwefel allein anzuzünden, dasjenige erfolgt,

folgt, was (§. 28. und 35. n. 1.) geſagt worden. Diejenigen Körner, welche den Kohlen am nächſten ſind, werden plötzlich entzündet, und ſo plötzlich verzehrt, daß man die Entzündung des Schwefels nicht gewahr werden kann; die Körner aber, welche von den Kohlen etwas weiter entfernt ſind, geben nach einer kurzen Zeit eine bläulichte Flamme von ſich, welche nachdem eine ziemliche Zeit verfloſſen, anfängt etwas heller zu werden. Dabey wird man gewahr, daß die Bewegung ſtärker wird, dergeſtalt, daß man deutlich unterſcheiden kann, wie ſich der Salpeter nach und nach ganz ſanfte verzehrt. Auf einmal wird dieſe Bewegung ſo ſtark, daß das Körnchen gänzlich verbrennt. Bey andern hingegen vergeht dieſe bläulichte Flamme ohne daß dieſelben verzehret werden. Endlich werden die Körner, welche ſehr weit von den Kohlen entfernt liegen, nur warm, ohne eine Flamme von ſich zu geben und aufgelö-

ſet

ſet zu werden. Dieſes kann man noch deutlicher gewahr werden, wenn man einige grobe Pulverkörner auf einer dünnen eiſernen Platte ſtreut, und ſie bald nahe, bald in einer weitern Entfernung, an die Kohlen bringet, damit ſie verſchiedene Grade der Hitze erhalte.

Eben dergleichen Erſcheinungen erfolgen, wenn man mit einem Brennglaſe die Sonnenſtrahlen auffängt und auf einige Pulverkörner fallen läßt; nur muß man den kleinen Zirkel, worin ſich die Sonnenſtrahlen vereinigen, bald gröſſer bald kleiner machen, damit man verſchiedene Grade der Hitze bekomme.

§. 43. Dieſe Verſuche zeigen alſo, daß bey dem Pulver eben das ſtatt findet, was man bey andern brennbaren Körpern gewahr wird, die, wenn ſie gleich glühend ſind und Flammen von ſich geben, dennoch in demſelben Augenblick nicht gleich von dem Feuer gänzlich verzehret ſind. Wir

müſſen alſo einen Unterſchied unter der Entzündung und der völligen Verbrennung machen, und dieſe beyde Stücke in jedem Körnchen wohl unterſcheiden. Dieſe Dinge laſſen ſich zwar bey zweyen Körnern von verſchiedener Gröſſe, welche entzündet worden, nicht allezeit merken; wenn man aber zwey gleiche Quantitäten von Pulver nimmt, bey dem zwar eine vollkommen gleiche Verhältniß in den Beſtandtheilen ſtatt findet, die aber in Anſehung der Gröſſe der Körner von einander verſchieden ſind, ſo bringen dieſe Stücke einen groſſen Unterſchied in den Kräften hervor, welche daraus erzeugt worden. Um ſich davon zu überzeugen, darf man nur das Canon- und Musqueten-Pulver gegen einander halten.

§. 44. Folgende Verſuche werden uns zeigen, daß der Grad des Feuers um das Pulver zu entzünden, deſto ſtärker ſeyn muß, je dünner die Luft oder je dicker der Rauch um daſſelbe iſt (§. 35. n. 2.).

Man befeſtige an dem Teller AB der Luft-Pumpe den vorhin beſchriebenen küpfernen Zylinder C dergeſtalt, daß der Boden deſſelben oben kommt. In der innern Höhlung D deſſelben bringe man ein glühend Stück Eiſen M welches ſich ganz genau darinnen paßt, ſo oft man das Pulver, welches man oben auf den Boden C geſtreuet, anzünden will. Um dieſem Zylinder C lege man einen blechernen Ring FG, welcher beweglich iſt, dergeſtalt, daß, wenn man den Boden C mit Pulver gänzlich bedeckt, etwas von demſelben auf den Ring rund herum zu liegen kommt. *Fig. 2*

Wenn man alles auf dieſe Art eingerichtet und das glühende Eiſen M in D hereingepreſt hat, ſo wird ſich der Cylinder C ſehr geſchwinde erhitzen, und das Pulver, ſo auf FCG lieget, ſo lange es ſich in freyer Luft befindet, ſehr geſchwinde anzünden. Man ſetze hingegen auf den Teller AB einen gläſernen Recipienten, und pumpe aus

demſelben die Luft nach verſchiedenen Graden aus; ferner mache man das Eiſen eben wieder ſo ſtark glühend als vorhin, und bringe es in den Zylinder; ſo wird man gewahr werden, daß ſich das Pulver bey C weit langſamer entzündet, und, nachdem die Luft unter dem Recipienten mehr oder weniger verdünnet worden, mehr oder weniger Pulverkörner auf den Ring F G unverſehrt liegen bleiben. Verdünnet man die Luft unter dem Recipienten ſo ſehr als möglich, ſo ſchmelzt das Pulver auf dem Boden C ehe es ſich anzündet, und brennt nach einigen Aufwallungen auf einmal an, und verfliegt, dergeſtalt, daß die Flamme deſſelben das Pulver, ſo auf dem Ring F G liegt, umgiebt, ohne daß dieſes anfängt zu ſchmelzen, ſondern ein Theil deſſelben bleibt unverſehrt auf dem Ring liegen; ein anderer Theil wird von der Flamme auf den Teller A B geworfen.

§. 45. Dieſer letzte Verſuch beweißt alſo, daß, wenn ſich das Pulver wie auf dem Ringe, in einer ſehr verdůmmten Luft befindet, es nicht anbrennt, ob es gleich von der Flamme des benachbarten Pulvers auf den obern Theil des Zylinders umgeben wird. Das angezůndete Pulver breitet ſich in dieſem Falle auf allen Seiten in dem Recipienten aus, deſſen Inhalt merklich grőſſer iſt, als der Raum, den das Pulver einnimmt; dahero werden die Pulverkőrner, welche unverſehrt liegen bleiben, nur auf einer Seite von dem Feuer des angezůndeten Pulvers umgeben. Wir wollen indeſſen hier einen andern Verſuch anfůhren, wo das Pulver den ganzen Inhalt ausfůllt, und ſich zwiſchen den Pulverkőrnern eine natůrliche Luft befindet, welche wåhrender Entzůndung merklich verdůnnt werden kan. Bey dieſem zweiten Verſuch wird man beſtåndig gewahr werden, daß, ohngeachtet das Feuer, welches in einem ſo kleinen

Raum eingeſchloſſen iſt, mit mehrerer Heftigkeit, als in dem vorhergehenden Verſuch, ſeine Würkungen äußert (§. 7.), dennoch die Menge des Pulvers, welches ſich entzündet, immer mehr und mehr abnimmt, je mehr die natürliche Luft, welche zwiſchen dem Pulver befindlich iſt, ſich verdünnen kann.

Fig. 3 ABC iſt ein metallenes oder eiſernes Rohr, welches bey CC mit einer Schraube verſehen, die ſich in der Mutter VV an einem kupfernen Recipienten VXZ genau paſſet. Dieſer Recipient faſt ohngefehr einen Raum von 70 Zollen in ſich. Den innern Raum DF des Rohres, in den man das Pulver ſchüttet, kann man durch Hülfe der Ringe G, von eben dem Calieber aber verſchiedener Länge, die man bis an den Boden F in dem Raum DF ſchiebet, nach Gefallen gröſſer oder kleiner machen. AHI iſt eine andere Röhre, welche von A bis H koniſch, von H bis I zylindriſch iſt.

Die

Die Länge derſelben iſt um einen halben Diameter DD der innern Höhlung kleiner als das Rohr ABC. In dieſe Röhre ſchiebt man einen eiſernen Stab KLM, deſſen koniſcher Theil KLM ſich ſo genau in den koniſchen Theil AH der Röhre paſſen muß, daß nicht die geringſte Luft durchſtreichen kann: der zylindriſche Theil LM muß aber etwas länger ſeyn, als die kleine Röhre HI. An dem Ende BB der Röhre befeſtigt man vermittelſt der Schraube NN, einen meßingenen Deckel NNO, in dem ſich ein Loch OO befindet, welches kleiner als die Mündung DD des Rohres iſt.

Wenn man ſich dieſes Rohres bedienen will, ſo ſetzet man den Ring G in der innern Höhlung DF; den übrigen Raum DP füllet man ganz mit der Art von Pulver, welches man zu dem Verſuch nehmen will; und damit das Pulver nicht heraus falle, bindet man über die Mündung ein Stück von einer Schweins-Blaſe feſt an die

Schraube BB. Nachdem das Rohr auf dieſe Art geladen worden, ſo ſchraubt man es bey VV an den Recipienten, welcher auf die Grundfläche XZ dergeſtalt ſtehet, daß das Rohr perpendikular und die Mündung DD unten zu ſtehen kommt. Hierauf läßt man die Spitze M des eiſernen Stabes glühend werden, ſchiebt denſelben in der Röhre AHI und drückt ihn ſo feſte, als es immer möglich iſt, an. Was geſchieht? Die Spitze M, welche zwar über der kleinen Röhre bey hervorragt, aber doch die Blaſe nicht berühret, zündet das Pulver in R an, und die Blaſe wird alsdenn durch die Gewalt des Feuers zerſprengt.

Wenn man zu dieſem Verſuch ſechs Gran ordinair Pulver nimmt, und den Recipienten mit der unterſten Oefnung XZ auf ein groſſes Gefäſſe ſtellet, welches ſich genau daran paſſet, ſo wird man in dem Gefäß niemals unverſehrte Pulverkörner finden, man mag den Verſuch ſo oft wie-

derho-

derholen als man will. Setzt man hingegen den Recipienten auf den Teller der Luftpumpe und verdünnet die Luft unter demſelben nur um die Helfte, ſo wird man nach der Entzündung ein Drittel oder bey nahe die Hälfte von dem Pulver auf dem Teller unverſehrt liegen finden. Und wenn man die Luft mit aller Gewalt unter dem Recipienten wegnimmt, ſo wird man bey nahe $\frac{4}{5}$ oder $\frac{5}{6}$ auf dem Teller unverſehrt liegen finden.

Bey dieſen drey verſchiedenen Umſtänden, worin man den Recipienten verſetzt, ladet man das Rohr beſtändig mit gleich viel Pulver und auf einerley Art; die Blaſe, welche man in BB ganz feſte angebunden, verhindert, daß der Recipient und der Raum DP innerhalb dem Rohre keine Gemeinſchaft haben; nimmt man nun die Luft unter dem Recipienten weg, ſo erfolgt keine Veränderung in dem innern Raum des Rohres, welcher vermittelſt der kleinen

Röhre AHI mit der äuſſern Luft Gemeinſchaft hat. Man mag alſo mit der Luft unter dem Recipienten eine Veränderung vornehmen, welche man will, ſo bleibt doch das Pulver in der Röhre und die Luft zwiſchen den Körnern in einerley Zuſtande, bis man den eiſernen Stab, den man vorhero glühend gemacht hat, in die Röhre ſchiebt. So bald nun das Pulver anfängt ſich zu entzünden, reiſt die Blaſe entzwey, und die Luft welche zwiſchen den Körnern in dem Raum DP iſt, tritt in den Recipienten, und je mehr ſich dieſelbe darinnen ausdehnen kann, je kleiner iſt die Menge des Pulvers, welches ſich entzündet.

Bey dieſen drey verſchiedenen Umſtänden, worin ſich der Recipient befindet, wird man gewahr, daß die ganze innere Oberfläche DP der Röhre von der Flamme anläuft. So bald alſo das Pulver in R Feuer fängt und brennt, ſo kann das Pulver, welches oberhalb nach P zu liegt, nicht eher

cher auf den Teller fallen, als bis es durch das Feuer gegangen, welches aus dem bey R angezündeten Pulver entſteht, und folglich von demſelben umgeben wird. Nichts deſto weniger iſt das Feuer, ohngeachtet es bey dieſem Verſuch in einen kleinen Raum eingeſchloſſen iſt, und alſo mit mehrerer Heftigkeit als in dem Verſuche §. 44. würket, nicht im Stande, alles Pulver anzuzünden, weil die Luft, worin ſich daſſelbe gleich nach der Zerſprengung der Blaſe befindet, zu ſehr verdünnet iſt.

§. 46. Um aber dieſe Eigenſchaft des Pulvers außer allen Zweifel zu ſetzen, lade man das Rohr auf die vorhin beſchriebene Weiſe: an dem Ende BB ſchraube man den Deckel NO und ſteche in dem Loch bey O einen Propf, damit das Pulver nicht herausfalle; die Blaſe binde man feſte bey qq an, und nehme alsdenn mit aller Gewalt die Luft unter dem Recipienten weg. Je kleiner nun das Loch bey O iſt, je gröſ-

ſer iſt die Quantität des Pulvers, welches ſich entzündet; und wenn dieſes Loch beynahe ſo groß iſt als das Loch I der kleinen Röhre AHI, ſo entzündet ſich alles Pulver in dem Raum DP und wird gänzlich von der Flamme verzehret.

Bey dem vorigen Verſuch entzündete ſich nur $\frac{1}{5}$ oder $\frac{1}{6}$ von dem Pulver, nachdem die Luft mit ganzer Gewalt aus dem Recipienten weggenommen war; während der Entzündung ſtürzte ſich ein gut Theil der Flamme in den Recipienten, nachdem ſie die Blaſe zerriſſen, und der zurückgebliebene Theil breitete ſich in den ganzen Raum des Rohres aus, deſſen innere Oberfläche von der Flamme ſelbſt angegriffen wurde. In dieſem Verſuch aber kann die Luft zwiſchen den Pulverkörnern, und die Flamme, welche gleich nach der erſten Entzündung des Pulvers hervorbricht, nicht mit ſolcher Gewalt in den Recipienten dringen, denn das Loch O welches kleiner als die

Mündung

Mündung D D iſt, hält beyde in dem Raum D P ſtärker zurück, der Grad des Feuers wird alſo darinnen heftiger, und verurſacht, daß das Pulver ſich in gröſſerer Menge entzünden muß: und dieſe Entzündung wird allgemein in dem Pulver, wenn das Loch in dem Deckel die vorhin angezeigte Gröſſe hat.

Eben dieſelbe Würkungen wird man bey allen übrigen Arten vom Pulver (§. 40.) gewahr, den bloſſen Unterſcheid macht die Menge der Pulverkörner aus, welche von der Flamme nicht angegriffen werden.

§. 47. Dieſe im § 44. 45. und 46. angezeigte Verſuche beweiſen alſo auf deutlichſte, daß ein deſto gröſſerer Grad des Feuers erfordert wird, um das Pulver in Brand zu bringen, je dünner die Luft um denſelben iſt. Sie geben uns auch dabey ein Mittel an die Hand, dieſen Grad des Feuers zu vermehren. Man muß nemlich der heftigen Ausdehnung der Flamme,

welche

welche durch die Entzündung des Pulvers entſteht, einen Wiederſtand entgegen ſetzen.

Nunmehro wollen wir noch beweiſen, daß ebenfals ein gröſſerer Grad des Feuers erfordert wird, um das Pulver in Brand zu ſetzen, je dicker der Rauch in der Gegend iſt, wo es angezündet wird.

Es iſt eine Erfahrung, welche die Artilleriſten häufig Gelegenheit haben zu machen, daß, wenn eine Bombe auf dem Zünder in feſtes Erdreich fält, der Zünder auslöſcht, weil der Rauch keinen Ausgang findet, und die Bombe alſo nicht zerſpringt. Fält hingegen eine Bombe ins Waſſer, ſo vermiſcht ſich der Rauch ſehr geſchwinde mit dem Waſſer, das Feuer aber löſcht nicht aus, und die Bombe zerſpringt endlich.

Man pflegt dieſe Zünder, oder Brand-Röhren mit einer Vermiſchung zu füllen, welche aus Mehlpulver, Schwefel und Salpeter beſteht. Wenn man drey, vier rc.

ſolche Vermiſchungen macht, davon die eine immer ſtärker iſt als die andre, und dieſe Brandröhren damit füllet, ſie anzündet, und gleich drauf in einer gleich dichten Erde ſetzet, oder ſonſt auf eine andere Art die Ausdünſtung des Rauchs verhindert, ſo wird man beſtändig gewahr werden, daß, wenn man nach einigen Minuten das Loch aufmacht, in dieſen verſchiedenen Brand-Röhren die Quantität, welche von dieſer Vermiſchung verbrandt iſt, deſto gröſſer iſt, je ſtärker die Vermiſchung und folglich der Grad des Feuers heftiger iſt, wodurch nothwendig ein gröſſerer Theil dieſer Vermiſchung verbrennen muß; ohngeachtet die Dichtigkeit des Rauchs in allen dieſen Zündern beynahe gleich iſt, weil ſie in einer gleich feſten und dichten Erde geſetzt worden.

Man muß ſich bey dieſen Verſuchen in acht nehmen, daß man die Vermiſchung nicht gar zu ſtark macht, damit die Zünder

nicht

nicht zerſpringen, welches ohnedem gewiß erfolgen würde.

§. 48. Nachdem wir dieſe beyden erſten Eigenſchaften des Pulvers bewieſen haben, ſo wollen wir weiter gehen, und zeigen, daß, wenn das Feuer einige Pulverkörner ergreift, die Entzündung der benachbarten Körner und die gänzliche Verbrennung eines jeden Körnches nur nach und nach erfolget, (§. 36. n. 3.) und die Geſchwindigkeit, mit der ſich das Feuer ausbreitet, um die andern Körner anzuſtechen, gröſſer iſt, als die Geſchwindigkeit, mit der das Feuer in das Innerſte eines Körnchens dringet.

In der Mechanick wird bewieſen, daß eine jede Bewegung, ſo ſchnell und kurz dieſelbe auch iſt, dennoch eine gewiſſe Zeit erfordert, ob wir gleich bisweilen glauben, daß dieſe Zeit wegen der Kürze nur ein Augenblick und untheilbar iſt. Da nun die Anzündung und völlige Verbrennung des Pul-

vers

vers durch die Bewegung der feurigen Materie hervorgebracht wird„ welche ſich von dem Punkt, wo ſich die Entzündung anfängt, überall herum fortpflanzet, ſo wird die Würkung von beyden nothwendig in einer beſtimmten Zeit erfolgen, welche nach der Heftigkeit des Feuers, der Verhältniß zwiſchen den Beſtandtheilen des Pulvers, der Sorgfalt, welche man bey der Vermiſchung beobachtet, der Gröſſe der Körner, und ſo weiter, immer einige Veränderungen leiden wird.

So bald man genugſames Feuer an einem Pulverkörnchen bringet, ſo würkt es erſtlich auf die Oberfläche deſſelben, und dringt hernach weiter in das Innre (§. 43.). Indem ſich die äußere Materie des Körnchens entzündet, ſo verbreitet ſich rund um denſelben eine Flamme, welche die anliegenden Körner anzündet, wenn der Grad der Hitze, mit dem ſie ſich demſelben nähert, hinreichend, und die Luft, welche dieſelben

ſelben umgiebt, nicht allzu dünne iſt. Das Feuer, welches das erſte Körnchen angebrannt hat, bewegt ſich indeſſen weiter nach dem Mittelpunkt, bis es völlig verzehrt iſt. Bey der Anzündung und gänzlichen Verzehrung des Pulvers muß man zweyerley wohl von einander unterſcheiden. Das eine iſt, die Ausdehnung der feurigen flüßigen Materie nach allen Seiten, welche ſich von der Oberfläche der ſchon entzündeten Körner entfernet, und die umliegende Körner umſchlieſt: das andre iſt, das Eindringen des Feuers von der Oberfläche eines jeden Körnchens bis an den Mittelpunkt deſſelben; die Geſchwindigkeit aber, mit der das Feuer in die Beſtandtheile eines jeden Körperchens dringet, iſt allezeit kleiner als diejenige, mit der ſich daſſelbe in Geſtalt einer Flamme überall herum verbreitet und durch die Zwiſchenräumchen, welche ſich zwiſchen den Körnern befinden, hindurch gehet.

§. 49.

§. 49. Ich glaube nicht, daß, wenn man die folgende Beobachtungen anſtellt, jemand läugnen ſolte, daß nicht eine beſtimmte Zeit zur gänzlichen Verbrennung eines jeden Pulverkörnchens erfordert werde. Man mache aus der gewöhnlichen Vermiſchung, die man zum Pulver annimmt, einige groſſe Körner als Piſtolen-Kugeln, trockne ſolche und zünde ſie in einem Punkt an, ſo wird man aufs deutlichſte gewahr werden, daß das Feuer eine gewiſſe Zeit gebraucht, um von der Oberfläche bis an den Mittelpunkt des Körnchens zu kommen. Dieſe iſt indeſſen nach der verſchiedenen Gröſſe der Körner gröſſer oder kleiner. Nun iſt zwiſchen den Pulverkörnern und den vorhin angezeigten kein anderer Unterſcheid, als die Gröſſe, folglich muß das Feuer auch nothwendig eine beſtimmte obzwar kürzere Zeit gebrauchen, um dieſelben zu zerſtöhren. Da dieſes ſeine Richtigkeit hat, ſo folgt auch offenbahr,

daß die Entzündung der übrigen anliegenden Körner ebenfals in einer beſtimmten Zeit erfolgen muß; und wenn man eine gewiſſe Menge Pulver in einer Linie ſtreuet, und es an dem einen Ende anzündet, ſo kann man dieſes mit Augen ſehen.

§. 50. Wir wollen aber durch die Erfahrung zeigen, daß eben dieſes ſeine Richtigkeit hat, wenn das Pulver in einem Raum eingeſchloſſen, und die flüßige feurige Materie alſo dichter und folglich weit heftiger iſt, als wenn man das Pulver in freyer Luft anzündet.

Fig. 3 Man ſchraube an das §. 45. beſchriebene Rohr den Deckel N O, und mache das Loch O ſo groß, daß, wenn man die Luft mit aller Gewalt aus dem Recipienten weggeſchaft hat, ſich ohngefähr die Helfte oder der dritte Theil des Pulvers entzündet, welches in der Röhre enthalten iſt. Nachdem man vermittelſt dem glühenden Eiſen das Feuer angebracht hat, ſo laſſe man

man daſſelbe kalt werden, und die Luft nach und nach in den Recipienten. Hierauf neh=me man den Deckel ganz ſanfte von dem Roh=re weg, und verfahre überhaupt bey dem ganzen Verſuch ſehr behutſam; ſo wird man Folgendes gewahr:

1) Die Spitze M des eiſernen Stabes lieget ganz frey; denn da das Pulver auf allen Seiten herum verbrannt iſt, ſo entſtehet dadurch eine beynahe ku=gelförmige Höhlung.

2) Ein jedes von den Körnchen, welche die Oberfläche dieſer Höhlung aus=machen, iſt etwas nach der Höhlung zu vom Brande verzehrt; dieſes ſiehet man aus dem aufgelöſten Salpeter (nitro fixo) der ſich an jedem Körnchen in einer ziemlich glatten Oberfläche geſetzet.

3) Die übrigen Körner, welche ſich zwi=ſchen den andern, ſo die Oberfläche dieſer Höhlung ausmachen, und der

innern Oberfläche des Rohres befinden, ſind von dem verbrannten Schwefel ganz weiß geworden, und die innere Oberfläche des Rohres iſt vom Feuer angelaufen. Dieſes beweiſt alſo, daß ſich das Feuer durch die Zwiſchenräumchen der andern Körner überall herum nach und nach verbreitet, wie §. 45. 46. geſagt worden, und daß das Feuer nach und nach von der Oberfläche bis zu dem Mittelpunkt eines jeden Körnchens dringet.

§. 51. Es iſt aber nicht genung, daß wir bewieſen haben, daß ein jedes Körnchen nur nach und nach verbrennet, und die Körner, ſo um die ſchon brennende liegen, ſich nach und nach entzünden; wir müſſen auch noch beweiſen, daß die Geſchwindigkeit, mit der ſich das Feuer durch die Zwiſchenräume der Körner überall herum verbreitet, gröſſer iſt, als die Geſchwindigkeit, mit der daſſelbe von der Oberfläche eines jeden

Körn-

Körnchens nach dem Mittelpunkt dringet. Zu dem Ende bedenke man erſtlich nur daß das Feuer, indem es durch die Räume zwiſchen den Körnern dringet, keinen andern Wiederſtand antrift, als die natürliche Luft, ſo ſich zwiſchen denſelben befindet, die, weil ſie ſehr dünne iſt, leicht durchdrungen werden kann; hingegen muß das Feuer eine weit dichtere Materie aus dem Wege räumen, wenn es nach dem Mittelpunkt des Körnchens zu geht. Da nun der Wiederſtand in dieſem zweiten Falle merklich gröſſer iſt als in dem erſten, ſo muß auch die Geſchwindigkeit dadurch mehr vermindert werden.

Von den häufigen Verſuchen, die man machen kann, um zu beweiſen, wollen wir nur dieſen vornehmen. Man nehme einen Piſtolenlauf, mache an demſelben das Zündloch zu, und fülle ihn ganz bis an die Mündung mit Pulver: legt man nun Feuer an dieſen letztern Ort, ſo wird der

Lauf mit einem plötzlichen Knalle leer. Man fülle dieſen Lauf aufs neue eben wieder ſo, und drücke das Pulver, um die Zwiſchenräumchen zwiſchen den Körnern wegzubringen, ſo feſte zuſammen als möglich, dergeſtalt, daß man daraus ſo zu ſagen einen einzigen Körper bekommt, zünde das Pulver wieder an der Mündung an: ſo wird die Zeit in der das Pulver völlig verzehrt wird, in dieſem zweiten Falle ſehr merklich und lang ſeyn. Bey dem erſten Verſuch ſieht man alſo, wie geſchwinde ſich das Feuer von der Mündung durch die Zwiſchenräumchen zwiſchen den Körnern bis an den Boden fortbeweget; der zweite hingegen zeigt, daß das Feuer viel Mühe hat, von der Mündung an in das Innere des Pulvers und bis an den Boden zu dringen, wodurch die Geſchwindigkeit deſſelben ſehr vermindert wird.

§. 52. Aus den drey vorhergehenden Paragraphen folget alſo:

1) Daß,

1) Daß, wenn man zwey gleiche Quantitäten Pulver, in denen die Beſtandtheile einerley Verhältniß untereinander haben, aber nur in Anſehung der Gröſſe der Körner verſchieden ſind, z. E. Musqueten- und Canon-Pulver, anzündet, die Quantität von dem erſtern in weit kürzerer Zeit völlig verzehrt ſeyn wird, als die von dem zweiten; denn da die Körner von dem Musquetenpulver kleiner ſind als die Körner von dem Canonpulver (§. 40.), ſo umgiebt das Feuer weit mehr Oberflächen, und es entzündet ſich gleich anfänglich eine gröſſere Menge und alles wird weit geſchwinder verzehrt, weil der Raum, den das Feuer von der Oberfläche eines jeden Körnchens bis zu deſſen Mittelpunkt zu durchlaufen hat, weit kleiner iſt.

2) Daß dieſe kürzere Zeit nicht allein von der kleinern Gröſſe der Körner, ſon-

dern auch von der Leichtigkeit abhängt, mit der das Feuer durch die Zwiſchenräumchen hindurch dringen kann. Indeſſen iſt offenbahr, daß dieſe kleinere Gröſſe der Körner auch ihre Gränze hat. Denn wenn die Körner gar zur klein ſind, und die Zwiſchenräumchen ſo geringe werden, daß ſich das Feuer mit Mühe durch dieſelben ausbreiten muß, ſo wird nothwendig eine längere Zeit erſordert werden, ehe das Pulver gänzlich verbrennet.

§. 54. Die Ungleichheit der Oberfläche und die verſchiedene Figur der Pulverkörner macht auch eine Veränderung in der Entzündung und der daraus entſtehenden gänzlichen Verzehrung des Pnlvers. Seit dem man das Pulver mit einem Siebe körnet, wird die Oberfläche der Körner ſehr rauh und uneben, und ihre Figur ſehr irregulär. Damit dieſelben mit einander ähnliche Figuren bekommen, ſchüttet man in einigen

einigen Pulvermühlen das Pulver in eine Tonne, die man an zwey Spindeln eine Zeit lang herum drehet; dadurch ſondert ſich der Staub von die Körner ab, und ſie werden rund und ziemlich glatt. Wenn man indeſſen dieſes ſo zubereitete Pulver mit anderm Pulver vergleicht, von dem die Körner irreguläre Figuren und rauhe Oberflächen haben, ſo wird man gewahr werden, daß ohngeachtet die Verhältniß zwiſchen den Beſtandtheilen einerley iſt, ſich dennoch dieſes letztere um deswegen, weil die Oberfläche der Körner ſo rauh iſt, weit leichter entzündet. Da nun die Räume zwiſchen den Körnern, deren Oberfläche glatt und deren Figur rund iſt, gröſſer ſind, als die, ſo die irregulären Körner zwiſchen ſich laſſen, dieſe Zwiſchenräumchen aber dazu dienen, die Entzündung und völlige Verzehrung derſelben mehr oder weniger leichter und geſchwinder zu bewerkſtelligen; ſo könte man die Gröſſe der run-

den Körner ſo annehmen, daß die Zwiſchenräume bey dem einem Pulver ſowohl als bey dem andern gleich groß würden, und ſich das Feuer in beyden mit einerley Leichtigkeit und Geſchwindigkeit ausbreiten und deſto plötzlicher alles in Brand ſetzen könte. Aus dieſer Urſach muß man, weil das irreguläre und rauhe Pulver ſich weit leichter entzündet, eine ſolche Verhältniß zwiſchen der Gröſſe der Körner deſſelben, und der Gröſſe der glänzenden und runden Körner, ausfündig zu machen ſuchen, daß man durch die geſchwindeſte und plötzlichſte Verbrennung, den größten Theil der Schwürigkeiten, welche ſich äußern um die Entzündung zu bewerkſtellen, entweder gänzlich aus dem Wege räumte, oder doch eines durch das andere aufhöbe.

§. 54. Alle die bisher angeführte Eigenſchaften findet man bey einer jeden von den §. 40. beſchriebenen Arten von Pulver, wenn ſie gut gemacht, und gute Materia-

lien

ken dazu genommen, ſie auch bis auf einerley Grad getrocknet worden. Wenn alſo dabey einige Veränderungen vorfallen, ſo entſtehen dieſelben von nichts anders als von der verſchiedenen Verhältniß der Beſtandtheile, der Gröſſe der Körner, ihrer Figur und Beſchaffenheit der Oberflächen, nachdem ſie glatt oder rauh ſind. Indeſſen mögen die Materialien noch ſo gut ſeyn, ſo wird doch, wenn ſie nicht recht gut untereinander gemiſcht worden, die Entzündung der Körner und ihre gänzliche Verzehrung durch das Feuer weit ſchwerer erfolgen, und die Veränderungen in den Würkungen werden deſto merklicher ſeyn.

§. 55. Es iſt noch übrig zu beweiſen, daß aus dem Pulver, wenn es von dem Feuer verzehret worden, eine Menge von elaſtiſcher flüßiger Materie, die ſo lange als man will, dauret, (§. 35. n. 2.) erzeugt wird, und daß von derſelben die gröſte Kraft des Pulvers herrühret.

Fig. 4 ABCZ iſt ein metallener hohler Zylinder. In der Mutterſchraube BC ſchraubet man ein Stück Metall DEF. GG iſt ein kleiner Schlüſſel, um die Gemeinſchaft zwiſchen den beyden Theilen der Röhre HH aufzuheben. An die Schraube FF befeſtige man eine Art von Windbüchſe MM um darin die flüßige elaſtiſche Materie, welche in dem Raum BP erzeugt wird, aufzufangen. Die metallene Schraube IKL befeſtigt man in die Mutter AP und ſchüttet das Pulver in den innern Raum BP.

Lm iſt das Zündloch, no eine eiſerne Platte, welche beweglich und an der ein kleiner Zünder op angebracht iſt; dieſe Stücke werden an den Zapfen K& befeſtiget. qr iſt ein Stück Eiſen, welches gut polirt ſeyn muß; dieſes läßt ſich vermittelſt der Feder Vy in einer dazu eingerichteten Rinne hin und her bewegen, und ſetzt ſich, ſo bald die Feder loß gelaſſen wird, in die Lage ts, ſchlieſt das Zündloch bey m zu, und verhindert,

daß

daß daſelbſt die Luft weder aus noch ein kann. Sind nun alle dieſe Stücke an der Schraube gehöriges Orts befeſtiget, und das Stück Eiſen qr hat die Lage ts, ſo kann die flüßige elaſtiſche Materie, welche in dem innern Raum PB eingeſchloſſen iſt, ohngeachtet dieſelbe ziemlich dicht iſt, an keinem Orte durchkommen. QQ ſind die Zapfen, und die ganze Maſchiene auf ein dazu verfertigtes Geſtelle zu legen.

Wenn man dieſe Maſchine gebrauchen will, ſo muß man ſie vertikal ſtellen, damit das Pulver in dem innern Raum BP die Lage BX annehmen kann, in die kleine Röhre Hh füllet man Schweinsfett, damit das Pulver in BX nicht unmittelbar auf den Schlüſſel GG würket, und der Schleim, welcher nach der Entzündung zurück bleibt, nicht verhindere, daß man demſelben heraus drehen kann. Neben dem Loch m bindet man an zwey kleinen Hacken ſeidene Faden, um das Eiſen qr in dieſer Lage zu

erhalten. Hierauf ladet man den Zünder mit Pulver, und ſchüttet das Zündloch L m voll Mehlpulver. Wenn dieſes geſchehen, ſchraubt man die Schraube l k in die Mutter A P, und zündet das Pulver bey L an. Das Feuer läuft alsdenn bis m, ſetzet den Zünder bey o in Brand, und ergreift zu gleicher Zeit die ſeidene Faden, ſo daß dieſelben abbrennen, und das Eiſen q r die Freyheit bekommt, ſich vermittelſt der Feder V y in die Lage s t zu ſetzen, um das Loch m zuzuſchlieſſen. Unterdeſſen dringet das Feuer in dem Zünder von o bis p, und zündet das Pulver B X erſt nach der Zeit an, da das Loch m ſchon zugeſchloſſen iſt. Zu mehrerer Sicherheit kann man, vermittelſt einer kleinen Schraube das Zündloch bey L auch noch verſchlieſſen, ſo bald man gewahr wird, daß ſich das Pulver B X völlig entzündet hat (dieſes kann man, weil keine Bewegung in der Maſchiene erfolgt, blos aus der ſtärkern Hitze des Zilinders

linders A B C Z abnehmen). In der Windbüchſe (*Fig.* 5.) ladet man alsdenn eine Kugel von gehörigen Calieber, und richtet die Maſchiene vermittelſt dem eiſernen halben Zirkel B B nach einer Tafel. Dieſen halben Zirkel, welcher durch die Mitte des Geſtelles C geht, kann man vermittelſt einer Schraube in einer beliebigen Lage bringen. Hierauf drehet man den Schlüſſel G G halb herum (*Fig.* 4.), weil die innere Höhlung B P und die Windbüchſe mit einander eine Gemeinſchaft haben, und drückt den Abzug A loß. Den Augenblick dringet die Kugel mit der gröſten Heftigkeit aus dem Rohre, und durchbohret das Brett eben ſo, als wenn die Büchſe mit Luft angefüllt wäre, und man dieſelbe mit der gröſten Gewalt zuſammen gedrückt hätte.

In der innern Höblung B P gehen zehn Unzen ordinair Pulver. Zündet man darinnen eine Unze an, ſo behält die Kugel in

16 bis 18 Schüſſen ſolche Gewalt, daß ſie in einer Entfernung von 40 Schritt bey jedem Schuſſe ein hölzernes Brett, welches $\frac{1}{48}$ Fuß dicke iſt, durchbohret. Nachdem man ſo viel Schüſſe gethan, drehet man den Schlüſſel GG wieder herum und verſchlieſt die Oefnung, und nimmt die Büchſe von der Schraube FF wieder weg. Statt deſſen aber befeſtiget man daſelbſt eine groſſe Blaſe, und macht vermittelſt den Schlüſſel G das Loch wieder offen; den Augenblick dringt eine unſichtbare flüßige Materie in die Blaſe, welche man zubindet, um viele Tage lang dieſe flüßige Materie darinnen aufbehalten zu können, ohne daß der Raum, denn ſie einnimmt, merklich kleiner wird. Wenn man mit dieſer flüßigen Materie im Winter Verſuche anſtellt, ſo findet man, daß ſie auch alsdenn noch immer elaſtiſch bleibet. Wegen dieſer Elaſticität pflegt man alſo dieſe flüßige Materie mit der Luft zu vergleichen, in welcher wir leben.

Nimmt

Nimmt man die Schraube KI weg, ſo findet man, daß die innere Oberfläche der Höhlung BPX mit vielem Schleim bedeckt iſt; unterſucht man denſelben, ſo wird man gewahr, daß er ein Alcali fixum iſt, welches leicht Feuchtigkeiten anzieht und gänzlich zerfließt, wenn es einer mit vielen Dünſten anfüllten Luft ausgeſetzt iſt.

§. 56. Die elaſtiſche Kraft dieſer flüßigen Materie, welche ſich häufig aus dem durch das Feuer verzehrten Pulver erzeugt, und ihre Würkungen nach einer jeden verfloßnen Zeit noch äußert, iſt indeſſen währenden dem Brande weit ſtärker, als wenn ſie, nachdem ſie ſich bereits völlig entwickelt hat, den gröſten Theil der Wärme verlohren.

Um dieſes zu beweiſen, befeſtige man einen Barometer an die Luftpumpe, und zünde das Pulver in dem Zilinder C (*Fig.* 1.) an, nachdem man vorher die Luft unter dem Recipienten weggenommen. So

lange die Flamme dauret, fällt der Mercurius ziemlich tief herab, und bleibt nach einigen Oſcillationen endlich eine gute Zeit unter der Höhe ſtehen, in der er ſich vor der Entzündung befandt.

Bey dieſem Stand des Mercurii ſcheint alſo die flüßige fortdaurende elaſtiſche Materie mit der natürlichen Luft einerley Grad der Wärme zu haben, und der anfänglich tiefe Fall des Mercurii von der Flamme herzurühren, welche die Würkung dieſer elaſtiſchen Materie weit ſtärker und gröſſer gemacht.

Wenn man das Pulver, ſtatt ſolches in einem leeren Raum anzuzünden, in einem mit Luft angefüllten Raum abbrennet, ſo wird man allezeit finden, daß die Elaſticität dieſer flüßigen Materie während der Flamme weit gröſſer iſt, als wenn dieſelbe verloſchen, wenn man nur den Verſuch ſo einrichtet, daß man die Würkungen derſelben in dieſen verſchieden Zeitpunkten, nemlich

wenn die Flamme da iſt und wenn dieſelbe vergangen, genau unterſcheiden kann.

§. 57. Aus dem was §. 32. und 34. geſagt worden, iſt offenbahr, daß die Menge der erzeugten elaſtiſchen Materie allezeit dem Salpeter proportional iſt, welcher in der Quantität Pulver, welche durch die Flamme verzehret worden, enthalten iſt: und daß dieſelbe einig und allein aus dem Salpeter und nicht das geringſte davon aus dem Schwefel und Kohlen hervorgebracht wird. Will man indeſſen dieſes durch andere Verſuche noch mehr beweiſen, ſo muß man verſchiedene Quantitäten von Pulver, entweder von eben der Gattung oder von verſchiedenen unter dem Recipienten anſtechen, und unter demſelben vorher bey jedem Verſuch gleich viel Luft wegnehmen. Unterſucht man alsdenn jedesmal den Stand des Mercurii, ſo wird man finden, daß der Fall deſſelben beynahe dem Salpeter proportional iſt, welcher in jeder

Quantität und jeder Gattung von Pulver enthalten iſt.

§. 58. Ohngeachtet in den Verſuchen §. 55, 56, 57, das Eindringen der Kugel in dem Brette, und die ſcheinbare Höhe des Mercurii einzig und allein von der elaſtiſchen flüßigen Materie herrühren, welche aus dem Salpeter erzeugt worden, der in dem Pulver enthalten iſt: ſo kann man doch die Gewalt des Pulvers während der Zeit, da die Flamme dauret, nicht dieſer flüßigen Materie allein zuſchreiben. Denn der Rauch und die natürliche Luft, welche in den Materialien des Pulvers und in den Räumchen zwiſchen den Pulverkörnern enthalten ſind, werden während dieſer Zeit ebenfals von der Flamme ausgedehnet.

§. 59. Aus allen Verſuchen, die man bishero über den Rauch oder Dampf angeſtellet, kann man nichts anders ſchlieſſen, als daß derſelbe elaſtiſch iſt. Man muß alſo den Dampf, welcher ſich aus dem angezün-

gezündeten Pulver entwickelt, ebenfals mit unter die Urſachen rechnen, welche etwas zu der Gewalt deſſelben beytragen; ſo bald aber derſelbe kalt geworden, verliert er nicht nur ſeine Elaſticität, ſondern zieht auch eine gewiſſe Quantität von dieſer fortdaurenden flüßigen Materie in ſich. Ob man nun zwar während der Zeit, da das Pulver brennet, den Dampf nicht von der fortdaurenden flüßigen Materie abſondern, und alſo den Antheil beſtimmen kann, welchen eine jede von dieſen Materien an der Gewalt des Pulvers hat, ſo kann man doch ſicher ſchlieſſen, daß der gröſte Theil der Kraft des Pulvers von der flüßigen elaſtiſchen Materie herrühret.

§. 60. Die natürliche Luft, welche ſich theils zwiſchen den Pulverkörnern aufhält, theils in denſelben ſelbſt enthalten iſt, dehnet ſich währender Flamme ebenfals aus, und träget mit etwas zu der Gewalt des Pulvers bey. Es iſt nicht ſchwer, die Würkung

dieſer letztern zu beſtimmen, ob ſie gleich in Abſicht auf der fortdaurenden elaſtiſchen flüßigen Materie, welche aus dem heutigen Schießpulver entſteht, ſehr geringe iſt.

§. 61. Aus dem vorhergehenden läſſet ſich leicht die Urſache angeben, warum die Schüſſe, welche mit einerley Ladung geſchehen, nicht ſo weit gehen als vorher, wenn das Rohr von den bereits gethanen Schüſſen erhitzet, oder die äußere Luft durch die Hitze bisweilen dünner geworden. Der Grund davon liegt nicht in der geringern Elaſticität der äußern Luft, ſondern in der zweiten Eigenſchaft des Pulvers. Denn da daſſelbe von einer dünnern Luft umgeben wird, ſo entzündet ſich davon nicht mehr ſo viel als erſt, wenn gleich die Ladung wieder eben ſo ſtark iſt, und der Schuß kann alſo nicht mehr ſo weit gehen. Wir werden Gelegenheit haben, dieſes durch einige Verſuche mit Schießgewehren weitläuftiger zu beweiſen.

§. 62.

§. 62. Es iſt bekannt, daß das Pulver, wenn es lange geſtampfet oder gemahlen wird, eine größere Kraft bekommt. Dieſes rührt ebenfals nicht von der gröſſern Quantität Luft, welche mit ganzer Gewalt in dem Pulver herein getrieben wird, wie einige glauben; ſondern durch das lange ſtampfen werden die Materialien beſſer untereinander gemiſcht, und dieſes verurſacht nachgehends, daß ſich ein jedes Körnchen ſchneller und eine gröſſere Quantität derſelben in eben der Zeit entzündet.

§. 73. Um dieſem Schluſſe ein deſto gröſſeres Gewicht zu geben, wollen wir die Urſachen anzeigen, wodurch das gut gearbeitete Pulver vieles von ſeiner Güte verliert. Dieſes ſind gemeiniglich nur zwey, nemlich:

1) Die allzugroſſe Hitze, oder

2) Die Feuchtigkeit.

Wenn die Pulvermacher das Pulver trocknen, ſo rühren ſie es öfters um, und

laſſen daſſelbe, nachdem ſie es aus der Sonne genommen, erſt kalt werden, ehe ſie es in die Tonnen ſchütten, weil, wie ſie zu ſagen pflegen, das Pulver, wenn es zu warm iſt, inwendig gewiſſer maſſen anfängt zu kochen. Und in der That wird man gewahr, daß, wenn man das heiſſe Pulver einige Stunden in einer Tonne zugedeckt ſtehen läßt, und daſſelbe hernach ganz gemach auf ein Stück Leinwand ſchüttet, ein groſſer Theil der Körner, beſonders derjenigen, welche ſich in der Mitte befinden, gleichſam als mit einer Art von Leim aneinander geklebt ſind. Wenn man dieſes genauer unterſucht, ſo findet man wirklich, daß die groſſe Hitze des Pulvers dieſe Vereinigung der Körner hervorbringt. Denn der Schwefel ſchmelzt dadurch, und fließt aus einem Körnchen nach dem andern, und indem derſelbe wieder kalt wird, bleiben ſolche Pulverkörner in einander. Läßt man hingegen das Pulver kalt werden, ehe man es

in

in Fäſſer ſchüttet, ſo wird man niemals gewahr werden, daß die Körner an einander hangen. Geſchiehet es, daß der Schwefel in dem Pulver völlig oder doch gröſtentheils ſchmelzet, ſo iſt dieſes nothwendig höchſt ſchädlich und verhindert die ſchnelle und völlige Entzündung des Pulvers (§. 27. 28.), die Beſtandtheile bleiben nicht mehr in der gehörigen Vermiſchung, und um dieſe wieder zu erhalten, muß man die ganze Maſſe von neuen wieder ſtampfen.

Iſt die Hitze nicht vermögend den Schwefel zu ſchmelzen, ſo wird man beſonders bey dem Pulver, welches lange gelegen und etwas feucht geworden, eine groſſe Menge ſogenanntes verkucktes Pulver gewahr. Was iſt dieſes verkuckte Pulver? Der gröſte Theil davon iſt Schwefel und Kohlen. Das Pulver alſo, von dem ſich dergleichen Theile abgeſondert, wird ganz andre Eigenſchaften haben, wenn man es trocken werden läßt. Ein jedes Körnchen,

von dem ſich der Schwefel und die Kohlen ſo häufig abgeſondert, bekommt in der That zwey Eigenſchaften. Es bleibt inwendig ſo wie es vorher war, und verliert an der Oberfläche den gröſten Theil des Schwefels und der Kohlen, welche Stücke zur ſchnellen und leichten Entzündung höchſt nöthig ſind. Wenn man alſo dieſe Körner anſticht, ſo fangen ſie ſehr langſam an zu brennen, bis das Feuer nach und nach in das Innerſte der Maſſe derſelben dringet. und daſelbſt eine hinlängliche Quantität Schwefel und Kohlen antrift, wodurch denn endlich die Entzündung beſchleuniget wird. Da alſo mehr Zeit erfordert wird um alles in Flamme zu ſetzen, ſo iſt offenbahr, daß dergleichen Pulver ſehr eben keine groſſe Kraft haben kann.

Wenn man aber das matte Pulver aufs neue auf die Mühle gehen läßt, ſo werden die Körner durch dieſe neue Vermiſchung ſo wohl an der Oberfläche als auch inwen-

inwendig homogen, und das Pulver verlieret vieles von den Kohlen und Schwefel, und wird in einen ſolchen Zuſtand verſetzet, darin der Salpeter in Abſicht auf den Schwefel und Kohlen weit häufiger iſt als vorher: dergeſtalt, daß wenn das Pulver ehe es feuchte geworden, wegen dem wenigen Salpeter nicht das ſtärkeſte geweſen, es dadurch, daß es aufs neue geſtampft wird, mehrere Kraft bekömmt, als es vorher hatte. Iſt hingegen das Pulver wegen der guten Verhältniß zwiſchen den Beſtandtheilen ſehr ſtark und gut geweſen, ehe es die Feuchtigkeiten an ſich gezogen, und man trocknet es hernach, ſo verliert es Schwefel und Kohlen, und wird allezeit ſchwächer bleiben als es vorher war, wenn man es auch noch ſo oft durchmalet.

Man kann hieraus den Schluß machen, daß das Mahlen zu nichts weiter dienet, als die Beſtandtheile des Pulvers recht gut zu zerreiben und ſie untereinander zu

miſchen; und daß das öftere Mahlen und Stampfen in der That unnöthig und überflüßig iſt, ſobald ſich die brennbare und ſalpetrichte Theile durch das Reiben und öftere Durchmiſchen in dem Grade berühren als erfordert wird.

§. 64. Es iſt ausgemacht, daß das gut gearbeitete und trockne Pulver leicht Feuchtigkeiten annimmt und dadurch vieles von ſeiner Kraft verlieret; und wenn die tägliche Erfahrung dieſes nicht durch das Pulver bewieſe, welches in ſehr feuchten Magazinen in gute und feſt verwahrte Fäſſer aufbehalten wird, ſo könnte der folgende Verſuch dieſe Wahrheit außer allen Zweifel ſetzen.

Man nehme eine Quantität Pulver, welches man ſo gut als möglich getrocknet, wiege ſie auf das genaueſte und lege ſie in eine kühle und verſchloſſene Kammer, die aber nicht allzu feucht iſt. Wenn man dieſelbe nach Verlauf von drey oder vier Stunden

den wieder wieget, ſo wird man finden, daß das Pulver merklich am Gewichte zugenommen. Wenn man aber dieſes Pulver in einer mit vielen Dünſten angefällten Luft ſetzet, ſo nimmt es in kurzer Zeit ein gut Theil am Gewichte zu. Da nun der Zuwachs an dem Gewichte dieſes Pulvers um deſto gröſſer iſt, je häufiger die Dünſte in der Luft ſind, und je länger es demſelben ausgeſetzt iſt, ſo iſt offenbar, daß die Feuchtigkeit ſehr leicht in das Pulver dringet.

§. 65. Wenn ein gewiſſer Grad des Feuers, der nur im Stande iſt, das trockne Pulver in Brand zu ſetzen, feuchtes Pulver umgiebt, ſo wird die Feuchtigkeit, welche die brennbaren Theile gleichſam eingeſchloſſen hält, entweder völlig oder doch zum Theil verhindern, daß das Feuer die brennbaren Körper berühret. Die Folge davon iſt, daß ſich die Körner entweder ganz und gar nicht entzünden, ober doch das Feuer in einem jeden ſehr ſchwach iſt; folglich kann

das

das Feuer ſich nicht ſehr weit ausbreiten, und die Anzahl der anliegenden Körner, welche dadurch entzündet werden, iſt ſehr geringe. Eben dieſes erfolgt, wenn das Feuer von der Oberfläche der Körner nach dem Mittelpunkt derſelben dringen will. Dahero wird eine weit längere Zeit erfordert, ehe dieſelben völlig von dem Feuer verzehret werden. Man kann dieſes mit Augen ſehen, wenn man feuchtes Pulver anzünden will. Es iſt alſo ausgemacht, daß die Feuchtigkeit, ſo geringe dieſelbe auch iſt, jederzeit die Kraft und die Würkung des Pulvers vermindert.

Wenn der Salpeter nicht gut gereinigt iſt, ſo zieht er leicht Feuchtigkeiten an ſich, und die fremde Materien, welche denſelben unrein machen, verhindern zugleich, daß ſich derſelbe nicht geſchwinde genug auflöſen kann, wenn er vom Feuer angegriffen wird, zu geſchweigen, daß ſie die Quantität deſſelben vermindern. Man muß alſo

den

den Salpeter, welchen man zu dem Pulver nimmt, auf das beſte zu reinigen und von allen fremden Materien zu befreyen ſuchen.

§. 66. Damit aber das feuchte Pulver die verlohrne Kraft wieder bekomme, darf man es nur wieder trocknen. Doch muß der Ort, wo dieſes geſchieht, nicht zu warm seyn, um die Unbequemlichkeiten, die §. 63. angezeiget worden, zu vermeiden. Iſt aber die Feuchtigkeit ſo ſtark in das Pulver gedrungen, daß davon der Salpeter flüßig geworden, ſo muß man das Pulver nothwendig wieder durchmahlen, um die genaue Vermiſchung unter den ſalpetrichten und brennbaren Theilen, wieder herzuſtellen. Wenn endlich das Pulver etwas von dem Salpeter ſelbſt verlohren hat, (welches man leicht wiſſen kann, wenn man eine gewiſſe Quantität trocknes Pulver nimmt, dieſelbe wiegt, und nachgeheuds filtrirt) ſo muß man wieder ſo viel Salpeter als verlohren

lohren gegangen, zu dem Pulver hinzu-ſetzen, und die ganze Maſſe aufs neue eben ſo lange auf der Mühle durchgehen laſ-ſen, als wenn man ganz neues Pulver ma-chen wolte.

§. 67. Aus allen dieſen Eigenſchaften des Pulvers ſiehet man, daß ſeine Kraft von einer flüßigen elaſtiſchen Materie her-rühret, die ſich aus demſelben während der Zeit, welche die Flamme anwendet, um daſſelbe zu verzehren, entwickelt; und daß das Feuer allezeit eine gewiſſe Zeit braucht, um daſſelbe aufzureiben: und daß dieſes manchmal langſamer, manchmal geſchwin-der geſchiehet, nachdem die Verhältniß zwiſchen den Beſtandtheilen deſſelben be-ſchaffen iſt, und die ſalpetrichte Theile ein-ander mehr oder weniger berühren, und die Körner groß oder klein ſind. Dasjenige Pulver hat alſo die meiſte Kraft, aus wel-chem ſich, wenn man es mit einer Gattung von Pulver vergleicht, welches gleich trocken

iſt,

iſt, und in einer gleich dichten Luft angezündet wird, in einerley Zeit die gröſte Quantität von der fortdaurenden elaſtiſchen flüßigen Materie entwickelt.

Viertes Capitel.
Eben dieſe Eigenſchaften behält das Pulver auch in allen Arten von Geſchütz, ſo verſchieden auch ihre Calieber ſeyn mögen.

§. 68.

Wenn ich mich nicht irre, ſo habe ich ſo deutlich und allgemein als es möglich iſt, bewieſen, daß nicht ein jeder Grad des Feuers im Stande iſt das Pulver zu entzünden: und daß die Gewalt desſelben beſtändig von der elaſtiſchen flüßigen Materie herrühret, welche währendem Brande erzeugt wird. Es würde alſo überflüßig ſeyn, mehrere Verſuche anzuführen, um dieſes außer allen Zweifel zu ſetzen.

Mit der zweiten und dritten Eigenſchaft des Pulvers (§. 44. 48. 49.) verhält es ſich aber ganz anders. Sie ſind noch nicht ſo allgemein und hinlänglich genug bekannt, und haben dahero bey der Artillerie öfters Gelegenheit zu verſchiedenen Meinungen in Anſehung der Ladung und der Länge der Stücke gegeben. Inzwiſchen offenbahren ſich dieſe beyde Eigenſchaften des Pulvers eben ſo gut als die erſte, man mag es in Schießgewehren oder in andern Behältniſſen anzünden; und eben die Urſachen, welche §. 41. angezeigt worden, und noch verſchiedene andre bringen in demſelben allerhand Veränderungen vor.

§. 69. Die zweite Eigenſchaft findet man in der That bey allen Arten von Geſchütz, wenn man in demſelben verſchiedene Ladungen von einerley Pulver anzündet. Denn es zünden ſich entweder alle Körner oder nur ein Theil derſelben, nachdem der Grad des Feuers, welcher ſie umgiebt, gröſſer

oder

oder kleiner, und die natürliche Luft um dieſelben mehr oder weniger dichte iſt.

Wenn z. E. eine gewiſſe Quantität Pulver ſich in einem Geſchütz, deſſen Calieber etwas groß iſt, völlig entzündet, ſo wird eine gleiche Quantität von eben demſelben Pulver in einem andern Geſchütz, deſſen Calieber kleiner iſt, keinesweges völlig in Brand gerathen. Ladet man eben daſſelbe Stück mit zwey verſchiedenen Quantitäten von eben demſelben Pulver, ſo entzündet ſich diejenige Ladung, welche nicht allzu groß iſt, völlig, die übermäßige aber geräth nur zum Theil in Brand. Nimmt man bey dieſer übermäßigen Ladung eine Kugel, die ſich genau in dem Geſchütz paſſet, oder ſetzt einen guten Vorſchlag auf das Pulver, damit daſſelbe einen gröſſern Wiederſtand findet, ſo iſt die Quantität des Pulvers, welche ſich entzündet, allezeit gröſſer, als wenn man das Stück ohne Vorſchlag und ohne Kugel abfeuert. Hierin

beſteht aber die zweite Eigenſchaft des Pulvers, wie wir ſchon oben §. 44. 45. 46. 47. geſehen haben.

§. 70. Aber das Pulver zeiget auch ſeine dritte Eigenſchaft in allen Arten von Geſchütz und in allen andern Behältniſſen, worinnen es angezündet wird. Es wird nemlich in allen Arten von Pulver, ein jedes Körnchen nur nach und nach von dem Feuer aufgerieben, und alle umliegende Körner werden nur nach und nach von der Flamme ergriffen. Die verſchiedene Modifications, welche dabey vorgehen, hängen nicht blos von der Gröſſe der Körner oder der Verhältniſſe, welche die Beſtandtheile des Pulvers gegen einander haben, ꝛc. ſondern auch von dem Behältniſſe ab, worin die Entzündung geſchieht. Wenn man zum Beyſpiel in zweyen Behältniſſen, davon das eine gröſſer iſt als das andre, zwey gleiche Quantitäten von Pulver anzündet, ſo iſt das Feuer in dem kleinern Behältniß weit

weit dichter, und verzehrt alſo ein jedes Körnchen viel geſchwinder, und das Pulver wird überall in einer weit kürzern Zeit vom Brande aufgerieben, als in dem gröſſern Behältniß. Eben dieſes wird geſchehen, wenn man zwey gleiche Quantitäten von eben demſelben Pulver in zwey gleich groſſen Behältniſſen anzündet, davon aber das eine der Gewalt des Pulvers hinlänglichen Wiederſtand leiſtet, das andre aber nachgiebt, und ſo bald ſich nur die Entzündung anfängt, zerſpringt. Denn da in dem kleinern Behältniß die Hitze ſo zu ſagen, ſehr ſtark in einander gedrengt iſt, ſo muß auch in denſelben ein jedes Körnchen weit eher von der Flamme verzehrt werden, als in dem andern.

§. 71. Um zu beweiſen, daß die Entzündung des Pulvers in jedem Geſchütz, es ſey von welchem Calieber es wolle, von der Dichtigkeit der Luft, ſo ſich zwiſchen den Körnern befindet, und von der Stärke

oder Schwäche des Feuers abhänget, welches dieſelben umgiebt (§. 69.), nehme man einen Flinten- oder Piſtolenlauf, und lade denſelben dergeſtalt mit ordinair Pulver, daß die Ladung einen Raum von vier oder fünf Diameter des Caliebers einnimmt; und ſetze auf der Ladung, blos in der Abſicht das Pulver zurück zu halten, einen kleinen Vorſchlag von einer Materie, die ſich nicht leicht entzündet. Dieſen Lauf halte man mit der Mündung in ein geräumiges Gefäß, welches man mit Fleiß hat machen laſſen, um die Theile, ſo aus dem Lauf heraus geworfen werden, aufzufangen, und ſchieße alsdenn loß; ſo wird man nach dem Schuß verſchiedene Pulverkörner finden, welche von dem Feuer unverſehrt geblieben ſind. Dieſe Körner muß man zuſammen nehmen, und ſo genau als es möglich iſt, wiegen. Wenn man dieſen Verſuch mit eben dem Lauf und mit eben dergleichen Quantität von eben demſelben

Pulver etlichemahl wiederholet, und nur die Vorſicht gebraucht, daß man jedesmahl den Lauf wieder kalt werden läßt, ſo wird man finden, daß die Quantität des Pulvers, welches bey jedem Schuß unverſehrt heraus geworfen worden, beynahe immer einerley iſt. Man kann auch zwey, drey oder mehrere Läufe von eben dem Calieber, aber von verſchiedenen Längen, z. E. in der Verhältniß, 1, 2, 3. u.ſ.w. nehmen, und jeden mit eben der Quantität von einerley Art Pulver, und genau auf die vorhin beſchriebene Art laden. Schießet man dieſe Läufe nach und nach loß, ſo wird man finden, daß durch jeden Schuß beynahe gleich viel Pulver unverſehrt in dem Gefäß geworfen worden. Hieraus kann man alſo ſehen, daß die Länge des Laufs nichts zu der Entzündung einer gröſſern oder kleinern Anzahl von Körner beyträgt, wenn man nur den Verſuch mit gutem trocknen Pulver und zu einer ſolchen Zeit vornimmt, da

die Atmoſphäre beynahe von allen Dünſten leer iſt.

Eben dieſes wird man auch bey allem Geſchütz gewahr, welches einen gröſſern Caliber hat. Man lade eine 32pfündige Canone mit 10 Pfund Pulver, ſo daß alles Pulver am Boden herunter kommt, und nicht etwa Körner in der Seele zerſtreut liegen bleiben. Nachdem man das Pulver alles herunter gebracht, ſetze man darauf einen Vorſchlag, damit das Pulver nicht weiter vorgehen kann, und feure das Canon auf hart gefrornem Schnee oder auf dem Eiſe ab. Nach dem Schuß werden ſich zwar viel Unreinigkeiten vor der Mündung finden, allein man wird ſchwerlich ein Körnchen Pulver gewahr werden, welches von dem Feuer unverſehrt geblieben wäre. Man lade das Canon aufs neue mit 30 Pfund Pulver, und bediene ſich dabey der angezeigten Vorſicht, richte es aber nach einer andern Gegend, damit man die Schüſſe

von

von einander unterſcheiden könne. Nach dem Schuß wird man verſchiedene Körner auf dem Schnee finden, welche das Feuer nicht angerühret. Wenn man endlich das Canon mit 60 Pfund ladet, wird man eine größere Menge von Körnern, als bey dem zweiten Schuß, auf dem Schnee gewahr werden, welche von dem Feuer unverſehrt geblieben ſind.

Dieſe Verſuche zeigen alle einſtimmig, daß die Quantität des Pulvers, welche ſich in einer jeden Art von Geſchütz entzündet, ſeine beſtimmte Gränzen hat. Jetzt wollen wir beweiſen, daß dieſes von der Dichtigkeit oder Intenſität des Feuers und der Dichtigkeit der Luft herrühret, welche ſich zwiſchen den Körnern befindet, und daß, ſo bald eine Veränderung in dieſen Stücken vorgehet, auch eine Veränderung in der Quantität des Pulvers erfolget, welches ſich in eben dem Geſchütz entzündet, wenn man nur zu jedem Schuß einerley Ladung nimmt.

§. 72. Man lade die vorhin erwehnte Läufe mit eben der Quantität von eben demſelben Pulver, nehme aber an ſtatt den leichten, einen ſtärkern Vorſchlag, und ſtoße denſelben mit ganzer Gewalt auf das Pulver, oder ſetze ſonſt auf eine andere Art der Gewalt des Pulvers einen hinlänglichen Wiederſtand entgegen. Feuert man hierauf die Läufe ab, ſo wird man in dem Gefäß eine weit geringere Quantität unverſehrter Pulverkörner finden. Dieſes ſtimmt nicht allein mit dem, was bereits §. 46. bewieſen worden, vortreflich überein, daß nemlich der Grad des Feuers durch dieſen Wiederſtand ungemein verſtärkt wird, und in dem innerſten der Ladung eine gröſſere Intenſität bekommt, ſondern beweiſt auch augenſcheinlich, daß die Entzündung der Körner nur nach und nach geſchieht.

Die Quantität des Pulvers, welches ſich entzündet, richtet ſich inzwiſchen nicht allezeit nach der Gröſſe des Wiederſtandes,

welchen

welchen man der Gewalt des Pulvers entgegen geſetzet. Dahero ereignet es ſich zuweilen, daß, wenn man bey gewiſſen Umſtänden, den Wiederſtand um etwas vermehret, ſich weit mehr Pulver entzündet, als bey andern Umſtänden geſchiehet, wo man den Wiederſtand weit ſtärker gemacht hat.

Ohngeachtet die Maſchiene, welche wir in der dritten Figur beſchrieben haben, und ſchon die bündigſten Beweiſe an die Hand giebet, daß die verſchiedene Dichtigkeit der Luft, welche ſich zwiſchen den Körnern befindet, eine groſſe Veränderung in der Quantität des Pulvers hervorbringt, welche ſich in einem Gewehr entzündet, ſo können wir ſolches doch auch noch durch andre Verſuche, die ein jeder leicht nachmachen kann, beſtättigen. Wir wollen indeſſen nur einen anführen. Man lade einen Flintenlauf mit einer groſſen Quantität Pulver, und ſetze darauf nur einen bloſſen

Propf. Wenn die Luft trocken, aber ſehr dichte iſt, ſchieße man denſelben gegen ein groſſes Gefäß loß. Hierauf lade man eben dieſen Lauf auf eben dieſelbe Art, und ſchieße ihn wieder loß, wenn die Luft ſehr dünne iſt, welches ſich zuweilen im Sommer bey einigen Stunden des Nachmittags zutragen kann; und laſſe, um die Würkung deſto empfindlicher zu machen, den Lauf an der Sonne etwas heiß werden. Nimmt man nun das Pulver, welches nach jedem Schuß in dem Gefäß liegen geblieben, und wieget es, ſo wird man finden, daß in dem zweiten Fall das Feuer eine weit gröſſere Quantität unverſehrt gelaſſen, als in dem erſtern. Da nun bey beyden alle Umſtände, bis auf die Dichtigkeit der Luft zwiſchen den Körnern, gleich ſind, ſo iſt offenbahr, daß die verſchiedene Dichtigkeit der Luft den Unterſchied in der Quantität des entzündeten Pulvers hervor gebracht hat.

Man hat angemerkt, daß bey einer ſehr groſſen Hitze, oder wenn das Geſchütz durch das ſtarke Schieſſen ſehr heiß geworden, die Schüſſe immer kürzer werden; dieſes rühret keinesweges von der geringen Elaſticität der natürlichen Luft her, welche ſich zwiſchen den Pulverkörnern befindet; denn ihre Würkung iſt in Vergleichung der elaſtiſchen flüßigen Materie, welche aus dem Pulver hervorgebracht wird, gar nicht merklich; ſondern die wahre Urſache davon iſt die Quantität des Pulvers, welche ſich von eben der Ladung entzündet, und allezeit kleiner iſt, wenn die Luft, in der ſich daſſelbe befindet, dünner geworden.

§. 73. Außer den bisher angezeigten Modificationen, denen dieſe Eigenſchaft des Pulvers in dem Geſchütz unterworfen iſt, finden ſich noch einige andere, welche von der Gröſſe des Zündlochs und deſſen Lage abhängen. Man ſchieße zwey Flintenläufe von einerley Calieber, deren Zünd-

löcher

löcher aber von verſchiedener Gröſſe ſind gegen das vorhin erwähnte Gefäß, ſo wird man finden, daß aus dem Laufe, deſſen Zündloch gröſſer iſt, weniger Pulver von dem Feuer unverſehrt herausgeworfen worden, als aus dem andern.

Eben dieſes geſchiehet, wenn das Zündloch des einen Laufs weiter von dem Boden nach der Mündung zu gebohrt iſt, ohngeachtet es mit dem Zündloch des andern, welches näher am Boden liegt, einerley Weite hat.

§. 74. Von dieſer zweiten Eigenſchaft des Pulvers hängt auch die Ladung ab, mit der man unter einer jeden gegebenen Erhöhung mit einem gegebenen Geſchütz am weiteſten ſchießt, Dieſe Ladungen verändern ſich, wie man ſchon geſehen, und es in der Folge noch deutlicher gezeugt werden wird, nachdem ſich entweder die Dichtigkeit der Luft, welche zwiſchen den Pulverkörnern enthalten iſt, verändert, oder

das

das Geſchütz unter verſchiedenen Erhöhungswinkeln abgefeuert wird, oder der Zuſtand der Atmoſphäre in Abſicht auf die Dünſte, die in derſelben enthalten ſind, verſchieden iſt. Jedoch nimmt man in dieſem Stücke beſtändig wahr, daß, wenn man zu gleicher Zeit zwey Canons von einerley Caliber, aber von verſchiedener Länge, und in denen die Zündlöcher gleich groß und auf einerley Art geſetzt ſind, abfeuert, diejenige Ladung, welche die Kugel aus dem längern Canon am weitſten treibet, eben diejenige iſt, welche die Kugel aus dem kürzern am weiteſten treibet; wohl zu verſtehen, daß die weiteſte Schüſſe aus beyden Geſchütz, wenn man ſie gegen einander hält, an und vor ſich nicht gleich ſind.

§. 75. Wenn man die Ladung, mit der man aus einem gewiſſen Geſchütz den weiteſten Schuß bekommt, durch Verſuche beſtimmen will, ſo fängt man gemeiniglich mit kleinen Ladungen an, und ſetzt nach

und nach immer mehr und mehr Pulver hinzu; dabey wird man gewahr, daß die Weite der Schüſſe bis auf einer beſtimmten Ladung zunimmt; ſetzet man zu dieſer noch mehr Pulver zu, ſo gehen die Schüſſe nicht nur nicht weiter, ſondern nehmen ſogar ab, ob gleich das Canon immer weiter zurückſpielt, je gröſſer man die Ladung annimmt. Dieſes aber iſt eine richtige Folge aus dem, was wir vorher bewieſen haben, und ſtimmt mit den Grundſätzen der Mechanik vollkommen überein. Wenn wir den Wiederſtand, den die Kugel und das Canon leiden, nicht in Betrachtung ziehen, ſo muß der Raum, den das Stück zurückſpielet, zu der Weite des Schuſſes die Verhältniß haben, welche die Kugel zu der Schwere des ganzen Stücks hat; ſo lange man alſo eine ſolche Ladung nimmt, welche ſich in dem Geſchütze völlig entzündet, ſo wird der Raum, den das Canon zurückſpielt, zu der Weite des Schuſſes die gedachte

gedachte Verhältniß haben: ſo bald aber die Ladung ſo ſtark iſt, daß ſie ſich nur zum Theil entzündet, ſo muß das angezündete Pulver nicht allein den Vorſchlag und die Kugel, ſondern auch den Theil des Pulvers vor ſich her ſtoſſen, der ſich nicht entzündet. Da alſo die ganze Maſſe, welche nach der Mündung zu getrieben wird, gröſſer iſt, ſo wird auch ihre Verhältniß zu dem Gewichte des Canons, welches unveränderlich bleibt, immer gröſſer, und daher kommt es, daß die Schüſſe weit kürzer werden.

§. 76. Folgende Verſuche ſollen dazu dienen, die dritte Eigenſchaft des Pulvers (§. 70) in allen Arten von Geſchütz zu beweiſen.

Man nehme ein Canon von welchem Calieber man will, und, um den Verſuch deſto einfacher zu machen, dazu eine ſolche Ladung, welche ſich völlig in der Seele entzündet. Hierauf thue man einige Schüſſe mit gleichen Ladungen von zweyerley Pulver, welches aber doch in Anſehung der

Verhältniß der Beſtandtheile einerley und nur in Anſehung der Gröſſe der Körner verſchieden iſt, wie z. E. Canon- und Muſqueten-Pulver. Nach angeſtellter Unterſuchung wird man beſtändig finden, daß wenn alle übrige Umſtände einerley ſind, das Muſqueten-Pulver die Kugel viel weiter getrieben als das Canon-Pulver. Nun kommt aber die Würkung des Pulvers von der flüßigen elaſtiſchen Materie her, welche aus demſelben durch die Flamme hervorgebracht wird. Es muß ſich alſo nothwendig aus dem Muſqueten-Pulver, weil damit der weiteſte Schuß geſchehen, eine weit gröſſere Quantität von dieſer flüßigen Materie entwickelt haben, welche durch ihre Kraft die Kugel fortgetrieben hat. Inzwiſchen erzeugt eine gewiſſe Quantität Canon-Pulver eben ſo viel von dieſer elaſtiſchen flüßigen Materie, als eine gleich groſſe Quantität Muſqueten-Pulver, wenn beyde gänzlich vom Feuer verzehret werden. (§. 57)

Hier-

Hieraus folgt alſo, daß ſich dieſe flüßige elaſtiſche Materie in der Zeit, welche die Kugel in dem Laufe zugebracht hat, noch nicht völlig aus dem Canon-Pulver entwickelt gehabt, und alſo iſt offenbar, daß dazu eine gewiſſe Zeit erfordert wird. Eben dieſes geſchiehet auch bey zwey andern Sorten von Pulver, in denen die Verhältniß zwiſchen den Beſtandtheilen einerley, die Gröſſe der Körner aber verſchieden iſt. Man kann alſo hieraus ſicher ſchlieſſen, daß in jedem Geſchütz, es ſey von welchem Calieber es wolle, ein jedes Körnchen von dem angezündeten Pulver nur nach und nach verbrennet, und man ſiehet offenbar, daß der Unterſcheid, welcher ſich bey dieſer Eigenſchaft äußert, bloß von der längern oder kürzern Zeit herrühret, in der ſich ein jedes Körnchen entzündet, und von der Flamme verzehrt wird.

§. 77. Verſchiedene ſind der Meinung, daß, wenn ein Canon oder ſonſt ein ſchweres Geſchütz, beſonders mit ganzer

Ladung abgefeuert wird, das Feuer ſich gleich in dem erſten Augenblick mit ſolcher Heftigkeit ausbreitet, daß es ihnen unmöglich zu ſeyn ſcheint, daß auch nur der geringſte Theil der Ladung unentzündet bleiben ſolte; ſie glauben vielmehr, daß ſchon alles Pulver von der Flamme verzehrt wird, ehe die Kugel merklich von der Stelle gekommen. Ohngeachtet wir nun ſchon (§. 71. 72.) hinlänglich bewieſen, daß die Quantität des Pulvers, welches ſich in jedem Geſchütz entzündet, ihre Gränzen hat; ſo wollen wir doch noch einen andern Verſuch anführen, welcher dieſe Materie in ihr völliges Licht ſetzen, und alle Zweifel in Anſehung der Entzündung und allmähligen Verbrennung eines jeden Körnchens aus dem Wege räumen wird.

Ein jeder Artilleriſt weiß, daß das feine Pulver jederzeit beſſer und ſtärker iſt, als das Muſquetenpulver; und wenn man ein und eben daſſelbe Canon mit gleicher

Quan-

Quantität von dieſem verſchiedenen Pulver ladet, das feine Pulver die Kugel jederzeit weiter treibet. Man nehme alſo eben die Maſſe, aus der man das feine Pulver verfertigt, und mache daraus eine Art von Pulver, ſo, daß die Körner deſſelben vier- oder fünfmahl ſo groß werden, als die Körner von dem Muſqueten-Pulver. Hierauf lade man das Canon mit einer gewiſſen Quantität von dieſem neu verfertigten Pulver, und thue damit einige Schüſſe; alsdenn nehme man eine gleiche Quantität von Muſqueten-Pulver, und thue damit ebenfals etliche Schüſſe: ſo werden dieſe letztern allezeit weiter gehen, als die erſtern. Dieſes iſt alſo ein Beweiß, daß aus dem Muſqueten-Pulver eine weit gröſſere Quantität von der flüßigen elaſtiſchen Materie, wodurch die Kugel fortgetrieben wird, hervorgebracht werde. Wenn aber das vorhin gedachte Pulver, deſſen Körner ſo groß ſind, völlig von der

Flamme verzehrt wird, ſo entſteht daraus eine eben ſo groſſe Quantität von der flüßigen Materie, als aus einer gleich groſſen Menge von feinem Pulver: und die elaſtiſche Materie, die aus dieſer Art von Pulver erzeugt wird, iſt wieder viel häufiger als diejenige, welche eine gleich groſſe Quantität Muſqueten-Pulver hervorbringt (§. 57.). Hieraus folgt alſo, daß ſich bey dieſem Verſuch die flüßige Materie noch nicht völlig aus dem Pulver, deſſen Körner ſo groß ſind, entwickelt gehabt; folglich wird eine gewiſſe Zeit erfordert, damit ein jedes Körnchen verbrennen kann; weil man vorausſetzt, die Ladung ſey ſo beſchaffen, daß ſich alle Körner in der Seele entzünden.

§. 78. Bey den Ladungen, welche man heutiges Tages im Felde zu den Canons gebraucht, wird ein jedes Körnchen erſt vor der Mündung völlig von der Flamme verzehrt; denn man wird beſtändig eine

Menge von Feuer gewahr werden, welches zu der Mündung herausfährt, welches nicht geſchehen würde, wenn die ganze Ladung ſchon völlig von dem Feuer aufgerieben wäre, ehe die Kugel ſich merklich von der Stelle bewegt hätte.

§. 79. Von dieſer dritten Eigenſchaft des Pulvers kommt zum Theil mit der Unterſchied her, welcher ſich zwiſchen den Schüſſen findet, die aus zweyen Canons von einerley Calieber, aber ungleicher Länge, mit gleichen Ladungen von einerley Art Pulver geſchehen. Die längere Canone ſchieſſet nicht allein aus der Urſach weiter, weil die Kugel ſich länger in demſelben aufhält, und alſo die flüßige elaſtiſche Materie länger auf dieſelbe würket, ſondern auch, weil ſich in dem längern Laufe eine weit gröſſere Menge von der flüßigen Materie aus einem jeden Pulverkörnchen entwickeln kann.

Die lange Canons ſchieſſen aber alle in dem Falle weiter, wenn die Kugel bey

dem Ausgang aus denſelben noch von der elaſtiſchen Materie getrieben wird, das iſt, wenn die Geſchwindigkeit, welche die Kugel an der Mündung hat, kleiner, als die Geſchwindigkeit iſt, mit der ſich die flüßige elaſtiſche Materie an eben dieſen Ort fortbeweget.

§. 80. Die Würkung dieſer elaſtiſchen Materie auf die Kugel, ſo lange ſie ſich in dem Canon befindet, iſt bey dem Anfang der Bewegung ſo heftig, daß eine geringere Ladung die Kugel zuweilen eben ſo weit, ja öfters noch weiter treibet, als eine gröſſere, ohngeachtet die Körner in beyden Ladungen ſich ſchon entzündet haben, ehe die Kugel in Bewegung geräth. Dieſes rühret daher, weil bey einer kleinern Ladung, welche alſo auch einen kleinern Raum einnimmt, der Theil der Seele, welchen die Kugel durchlaufen muß, länger iſt, und demnach die flüßige elaſtiſche Materie länger auf die Kugel würken kann. Wenn

man

Wenn man dieſes ſehen will, nehme man einen Lauf, welcher anderthalb Diameter von ſeinem Calieber lang iſt, und lade ihn dergeſtalt, daß die Ladung in demſelben einen halben Diameter von deſſen Calieber einnimmt: ſo wird der Schuß allezeit weiter gehen, oder die Kugel tiefer in das lockere Erdreich hinein dringen, als wenn man eine noch einmahl ſo ſtarke Ladung nimmt.

Die kürzern Schüße alſo, welche erfolgen, wenn man ein Canon mit zu viel Pulver ladet, kommen nicht allein daher, weil der Theil des ſchon entzündeten Pulvers die Kugel, und das übrige noch unentzündete Pulver herausſtoſſen muß (§. 75.); ſondern auch, weil die Kugel in dem Raum, den ſie in dem kürzern Stücke zu durchlaufen hat, ehe ſie an die Mündung kommt, nicht ſo lange der Würkung der flüßigen elaſtiſchen Materie ausgeſetzt iſt.

§. 81. Durch Hülfe dieſer bisher erwieſenen Eigenſchaften des Pulvers,

läßt ſich nunmehro leicht erklären, warum in den Schießgeweren, wenn ſie auf die gewöhnliche Art geladen werden, ſich nun eine gewiſſe und beſtimmte Quantität Pulver anzünden kann.

Um dieſe Sache aber in ihr gehöriges Licht zu ſetzen, ſo wollen wir bey der flüßigen elaſtiſchen Materie, welche ſich aus dem Pulver entwickelt, die Würkung des Feuers und die Würkung der Elaſticität, jede beſonders unterſuchen. Indem ſich dieſe flüßige Materie aus den brennbaren Körnern entwickelt und von denſelben entfernet, nimmt ſie zu gleicher Zeit viel von den brennbaren Theilen mit, welche ſich entzündet haben. Das Feuer iſt alſo in dieſer flüßigen Materie nicht mehr ſo heftig, theils weil es einen gröſſern Raum einnimmt, theils auch, weil die Flamme aufhört, ſo bald die brennbare Theile verbrannt ſind. Daher kommt es, daß dieſe flüßige Materie in einer gewiſſen Entfernung von den brennen=

brennenden Körnern nicht Feuer gnug in ſich hat, um das andere Pulver anzuzünden. Im Gegentheil ſetzt die Elaſticität ihre Würkungen gegen die innere Oberfläche des Behältniſſes, worin ſich das Pulver befindet, immer fort, ob dieſelben gleich wegen der Schwäche des Feuers ebenfals geringer werden.

Nun fängt ſich die Entzündung des Pulvers in dem Geſchütz gleich bey dem Zündloche an, welches am Boden der Seele angebracht iſt, und die mit Feuer angefüllte elaſtiſche Materie entwickelt ſich gleich aus den erſtern Körnern, welche in Brand gerathen, und dringet in die Räume zwiſchen die andern Körner. Je weiter ſich alſo dieſe flüßige fortdauernde Materie, welche ſich ſogleich anfänglich entwickelt, ausdehnet, und je geſchwinder die brennbaren Theile, welche mit derſelben vermiſcht ſind, verzehrt werden, je weniger Kraft behält das ſich in dieſer Materie befindliche

Feuer.

Feuer. Ohngeachtet nun dieſe flüßige Materie die nächſt anliegende Körner zwar anzündet, ſo wird ſie doch in einer gewiſſen Entfernung von dem Zündloch nicht genugſames Feuer enthalten, um daſelbſt andre Körner in Brand zu ſetzen. Unterdeſſen wird dieſer Abgang durch die flüßige Materie, welche ſich aus den angezündeten Körnern aufs neue entwickelt, nach und nach wieder erſetzet, und die übrige Körner, welche das in der erſten flüßigen Materie enthaltene Feuer nicht vermögend war anzuzünden, gerathen endlich auch in Brand. Nach und nach vermehrt ſich dieſe flüßige Materie, und die Hitze wird in dem ganzen Raum, den die Ladung einnimmt, immer ſtärker, ſo daß ſich endlich der Vorſchlag und die Kugel zu bewegen anfangen. So bald dieſes geſchiehet, wird der Raum, welchen das Feuer, die flüßige elaſtiſche Materie und die noch unentzündete Pulverkörner einnehmen, immer gröſſer, und die

Inten-

Intenſität des Feuers, ohngeachtet dadurch immer mehr und mehr von der flüſſigen Materie entwickelt wird, nimmt nicht mehr in der vorigen Verhältniß zu, dergeſtalt, daß, wenn die Intenſität in keiner gröſſern Verhältniß zunimmt, als der Raum, der durch den Fortgang des Vorſchlages und der Kugel entſtehet, die noch unangezündete Körner unentzündet bleiben; weil die Intenſität des Feuers nicht von der Beſchaffenheit iſt, welche erfordert wird, um die Körner, welche durch die Hitze in einer ſehr verdünnten Luft geſetzt worden, völlig in Brand zu ſetzen.

Hieraus läßt ſich numehro leicht begreifen, warum die flüßige Materie, welche ſich aus einer mäßigen Ladung, die aber gut angeſetzet iſt, entwickelt, vermöge ihrer Elaſticität nicht allein den Vorſchlag und die Kugel forttreiben, ſondern zu gleicher Zeit auch den erforderlichen Grad der Hitze haben kann, um alle Körner anzuzünden;

und

und wie es möglich iſt, daß eben dieſe Materie bey einer allzu groſſen Ladung, ohngeachtet dieſelbe eben ſo ſtark angeſetzt worden, nicht den gehörigen Grad der Hitze enthalten kann, um die Körner, welche etwas weit von dem Zündloch entfernt ſind, anzuzünden, ob dieſelbe gleich vermöge ihrer Elaſticität im Stande iſt, den Wiederſtand des Vorſchlages und der Kugel zu überwältigen und beyde Körper in Bewegung zu ſetzen.

§. 83. Man ſiehet hieraus, daß die Figur des Behältniſſes in dem die Entzündung geſchieht, nicht das geringſte dazu beytragen kann, die Kraft der flüßigen elaſtiſchen Materie, welche ſich aus dem Pulver entwickelt, entweder zu vermehren oder zu vermindern. Es kann zwar geſchehen, daß, da in zweyen gleich groſſen Behältniſſen, die aber der Figur nach ganz verſchieden ſind, die Theile einer und eben derſelben Quantität Pulver mehr oder weniger

niger nahe aneinander liegen, und die erſten Körner ſich allezeit da entzünden, wo das Zündloch angebracht iſt: das Feuer, welches ſich überall ausbreitet, eine verſchiedene Anzahl von Körnern in eben der Zeit anzündet, und ſich alſo in eben der Zeit eine kleinere oder gröſſere Quantität von der elaſtiſchen flüßigen Materie entwickelt; man kann aber nicht ſagen, daß wegen der Figur dieſer Behältniſſe, dieſe elaſtiſche Materie eine gröſſere oder geringere Kraft habe.

Das erſte iſt eben die Urſache, warum man mit einem Mörſer, der eine kugelförmige Kammer hat, weiter wirft, als mit einem andern. Denn, wie aus der Geometrie bekannt iſt, unter allen Figuren, welche einerley Raum einſchlieſſen, iſt die ſphäriſche Figur diejenige, welche zu gleicher Zeit die kleinſte Oberfläche hat; und aus dieſem Grunde liegt alles Pulver in einer ſolchen Kammer dem Zündloche weit näher als in einer jeden andern.

§. 83. Es iſt alſo hinlänglich bewieſen, daß das Pulver, wenn es ſich entzündet, eben die Eigenſchaften habe, welche man an den Beſtandtheilen deſſelben zuſammengenommen wahrnimmt, und dieſe Eigenſchaften in jedem Geſchütz, es ſey von welchem Caliber es wolle, behalte; zu gleicher Zeit iſt aber auch gezeigt worden, in wie fern eben dieſe Eigenſchaften durch die Art, wie es in der Gegend des Zündlochs lieget, durch den Wiederſtand, welcher der Gewalt deſſelben entgegen geſetzt wird, durch den Zuſtand der Luft in der Atmoſphäre in Anſehung ihrer Dichtigkeit und der Feuchtigkeiten, welche ſich in derſelben befinden, verändert werden. Nicht weniger iſt offenbar, daß, wenn man ein gewiſſes Geſchütz mit einer gewiſſen Quantität Pulver von einer gewiſſen Sorte ladet, die Würkungen, welche daſſelbe hervorbringt, nach den verſchiedenen Zeiten und Gegenden, ebenfals verſchieden ſeyn müſſen.

Kommen

kommen zu den Veränderungen in der Dichtigkeit der Luft noch die Feuchtigkeiten hinzu, welche das Pulver ſelbſt an ſich gezogen, ſo werden die Schüſſe, die mit demſelben geſchehen, merklich kürzer als ſonſt, weil die gänzliche Verbrennung der Körner mehr Zeit erfordert. Dieſes ſiehet man öfters, wenn man die Canons auf der See, neben Teichen und ſumpfigten Oertern, aus denen die Dünſte häufiger aufſteigen, abfeuert. In dem zweiten Theile wird man gewiſſe Verſuche anführen, durch die man beweiſen kann, daß die Geſchwindigkeit, welche der Kugel in einem Gewehr von einer gewiſſen Quantität Pulver mitgetheilet wird, wenn die Witterung ſehr feucht iſt, ſich zu der Geſchwindigkeit, welche der Kugel von einer gleichen Ladung, aber bey ſehr trocknem Wetter, eingedrückt wird, wie 6 zu 7 verhält.

§. 84. Wir müſſen alſo behaupten, daß die Verſuche, welche man mit verſchiedenen

Mortiers, die aber doch nach einerley Proportion und nach einerley Modell gegoſſen ſind, in verſchiedenen Zeiten und an verſchiedenen Orten anſtellt, um die Güte und die Kraft von einer gewiſſen Art Pulver zu unterſuchen, im Grunde nichts entſcheiden können. Denn außer den Veränderungen, welche die verſchiedene Dichtigkeit der Luft, und die Feuchtigkeiten bey der Entzündung des Pulvers in verſchiedenen Zeiten hervorbringen, finden ſich öfters in der Conſtruction der Mortiere ſelbſt einige Irregularitäten, ohngeachtet ſie auf das ſorgfältigſte nach einem Modell gegoſſen worden. Unſere Sinnen können zwar nicht allemahl dieſe Abweichungen merken, ſo aufmerkſam wir auch ſind, nichts deſto weniger aber können die Schüſſe aus eben dem Mortier, an eben demſelben Orte, und unter einerley Richtung, und wenn auch alle übrige Umſtände einander vollkommen gleich und ähnlich ſind, unter einander ſehr verſchieden ſeyn.

§. 85. Will man ſich aber dem allen ohngeachtet durch Hülfe eines Mortiers von der Güte und Kraft des Pulvers verſichern, ſo muß man nothwendig

1) eine gewiſſe Quantität Pulver haben, welches mit allem möglichen Fleiß verfertiget und auf das ſorgfältigſte verwahret worden, und man Probier-Pulver (Polvere di Norma) nennen kann, und mit demſelben einige Würfe thun: Nachgehends den Mortier mit einer gleich groſſen Quantität von dem Pulver, welches man probieren will, und welches mit dem Probier-Pulver einerley Güte haben ſoll, wieder laden, und die Würfe, ſo damit geſchehen, mit den erſtern vergleichen. Sind nun dieſe Würfe einander gleich, ſo kann man von der Güte und Kraft des Pulvers, welches man unterſucht hat, gewiß verſichert ſeyn, und es alſo auch vor gut annehmen, wenn gleich zu einer andern Zeit und in

einer andern Gegend die Schüſſe, ſo mit dem Probier-Pulver geſchehen, (dafern es nur gut aufbehalten worden) weiter oder kürzer gegangen. Denn durch dieſen Verſuch ſind wir allemahl verſichert, daß das Pulver, welches man vor gut erkennet, mit dem Probierpulver einerley Kraft habe.

2) Ehe man das Pulver probiert, muß man beyde Arten, ſowohl diejenige, welche man probieren will, als auch das Probierpulver ſelbſt einige Zeit an die Sonne legen, wobey man die Vorſicht gebraucht, die §. 63. 66. angezeigt worden; und die Würfe zu ſolcher Zeit thun, wenn die Luft nicht mit zu viel Dünſten angefüllt iſt.

3) Um die Veränderungen zu vermeiden, welche die Luft, nachdem ſie von der Hitze mehr oder weniger verdünnt worden, bey der Entzündung des Pulvers und dem Wiederſtand der Kugel, welche aus dem Mortier geworfen wird, her-

vor-

vorbringen kann, muß man die Würfe kurz hintereinander thun, und den Mortier nur mit wenigem Pulver laden, damit ſich alles, auch wenn die Luft noch ſo dünne geworden, entzünden kann. Aus dieſer Urſache muß man, wenn die Kammer, wie ſolches bey den Mortiers, die zum probieren gebraucht werden, gemeiniglich zu ſeyn pflegt, zylindriſch, und das Zündloch am Boden angebracht iſt, die Ladung ſo annehmen, daß der Raum, den dieſelbe ausfüllt, aufs höchſte einen Diameter der Kammer lang iſt, ohngeachtet ſich eine gröſſere Quantität Pulver, wenn es ſehr gut iſt, darinnen entzünden kann.

4) Endlich muß der Mortier auf einem ſtarken und ſchweren Klotz dergeſtalt befeſtiget werden, daß er nicht von der Stelle weichen, und bey den verſchiedenen Schüſſen irreguläre Bewegungen machen kann. Ferner muß derſelbe be-

ſtändig im 45ten Grad elevirt ſeyn. Endlich muß man auch allezeit eben dieſelbe Kugel behalten, und das Centrum gravitatis muß ſo viel möglich, im Mittelpunkte derſelben befindlich ſeyn. Gebraucht man dieſe angezeigte Vorſicht nicht, ſo darf man ſich nicht wundern, wenn die Würfe ſo verſchieden und unordentlich ſind.

Auf dieſe Art, und wenn man mit der vorhin gezeigten Behutſamkeit verfährt, wird man die Güte und die Kraft des Pulvers mit mehrerer Zuverläßigkeit unterſuchen können, als mit allen den zuſamgeſetzten Maſchienen, deren man ſich bisher o in dieſer Abſicht bedienet.

Dieſe zuſammengeſetzte und künſtliche Maſchienen ſind gemeiniglich wegen der innern Verbindung ihrer Theile vielen Unbequemlichkeiten unterworfen, welche bey einem Mortier nicht ſtatt finden können, wenn derſelbe auf einem ſchweren Klotze ſo ſtark als möglich befeſtigt iſt: denn indem man

dieſe

dieſe beyde Theile mit einander vereinigt, ſo entſteht daraus eine ganz einfache und faſt unbewegliche Maſchiene.

Fünftes Capitel.

Von der Ladung, mit der man aus einem gegeben Geſchütz am weiteſten ſchießt.

§. 86.

Die Beſtimmung der Ladung, mit der man aus einem gegebenen Canon am weiteſten ſchießt, iſt von je her ein würdiger Gegenſtand der Betrachtungen der Artilleriſten geweſen. Es hängt aber die Kentnis derſelben von der zweiten Eigenſchaft des Pulvers ab, und man kann in dieſem Stücke blos durch die Verſuche, welche man in gewiſſen beſondern Fällen anſtellt, etwas gewiſſes ausmachen. Denn da wir §. 47. 71. bewieſen haben, daß in einem jedem Geſchütz, in welchen ſich dieſe zweite Eigenſchaft des Pulvers offenbahret, die Quan-

tät des Pulvers, welches ſich entzündet ihre gewiſſe Gränzen hat, und nachdem ſich entweder der Wiederſtand, welcher der Gewalt der flüßigen elaſtiſchen Materie entgegen geſetzt wird, oder die Dichtigkeit der Luft zwiſchen den Körnern (§.72. 74.), die Gröſſe des Zündlochs, und die Lage deſſelben, oder die Figur der Kammer, in welcher das Pulver geladen wird, und der Zuſtand der Atmoſphäre in Abſicht auf die Dünſte, welche ſich in derſelben befinden (§. 82), nachdem, ſage ich, ſich alle dieſe Dinge ändern, auch dieſe Quantität ſelbſt vielen andern Veränderungen unterworfen iſt: ſo iſt es offenbar, daß es unmöglich iſt, die richtige Quantität des Pulvers, welches zu dergleichen Ladung erfordert wird, zu beſtimmen; ſondern daß ſich in dieſem Stücke nur etwas vor gewiſſe und ganz beſondere Umſtände feſtſetzen läßt.

Um hierinnen etwas entſcheidendes und brauchbares zu bekommen, muß man mit den Canons, vor die man dieſe Ladung beſtimmen will,

will, einige Verſuche anſtellen, und dieſelben ſo wie es im Felde gewöhnlich iſt, laden.

§. 87. Bey dergleichen Verſuchen hat man ſein Augenmerk gemeiniglich auf zwey Stücke gerichtet.

1) Man ſucht entweder von einer gewiſſen Art Pulver diejenige Ladung zu beſtimmen, welche wenn eben die Umſtände wieder vorkommen, die Kugel am weitſten treibt.

2) Oder man will die größte Quantität von einer gewiſſen Art Pulver wiſſen, welche ſich in einem gegebenen Geſchütz unter eben den Umſtänden entzündet.

Man muß nothwendig dieſe beyde Stücke mit der größten Sorgfalt von einander unterſcheiden. Wenn von ſehr kurzem Geſchütz die Rede iſt, ſo haben wir §. 80. bewieſen, daß der weiteſte Schuß nicht eben von der größern Anzahl der Pulverkörner abhängt, welche ſich in demſelben entzünden. Dieſen Beweiß aber kann man

leicht allgemein machen, und auf alle übrige Arten von Geſchütz ausdehnen, ihre Länge mag beſchaffen ſeyn wie ſie wolle, wenn man nur dabey vorausſetzet, daß eine jede Ladung in einem jeden Geſchütz völlig in einer flüßigen elaſtiſchen Materie aufgelößt wird, ehe die Kugel ſich merklich von ihrer Stelle bewegt, und daß ſich in dieſer flüßigen Materie beſtändig einerley Grad der Hitze befindet. Denn bey dieſer Vorausſetzung leidet die flüßige elaſtiſche Materie keine andere Modifications, als die, welche von der Ausdehnung derſelben durch die ganze Länge des Laufs abhängen, und die Ladung, wodurch der weiteſte Schuß erhalten wird, nimmt ohngefähr $\frac{10}{27}$ von der ganzen Länge der Seele ein, wie ſolches aus unſern phyſiſch-mechaniſchen Anfangsgründen zu erſehen iſt. Bey allen übrigen Ladungen aber ſind die Schüſſe um deſto kürzer, je mehr oder weniger dieſelben von der angezeigten Ladung abweichen.

abweichen. Es iſt alſo weit gefehlt, daß ſich aus den Verſuchen, welche mit denen §. 40. beſchriebenen Arten von Pulver angeſtellt werden können, etwas wieder unſere Beobachtungen ſollte herleiten laſſen, vielmehr iſt es gewiß, daß ſich nicht alle Körner in dem Geſchütz entzünden, wenn die Ladung übermäßig groß iſt, und auf derſelben den Vorſchlag und die Kugel feſt angeſetzt worden: ſo wie es nicht minder richtig iſt, daß ſich die flüßige elaſtiſche Materie aus dem einen Theil der angezündeten Körner erſt vor der Mündung des Stückes entwickelt.

Aus dieſem Grunde findet man zuweilen, daß, wenn man zwey ungleiche Ladungen von eben demſelben Pulver, davon die kleinere ſich völlig, die andre aber ſich nur zum Theil in dem Stück entzündet, ohngeachtet ſich in dieſem Theile mehr Pulverkörner befinden als in der kleinern Ladung, mit einander vergleicht, in der Ausübung öfters

eine ſolche Verbindung der Umſtände kommen kann, daß, ohngeachtet die Anzahl der Pulverkörner, welche ſich von der ſtarken Ladung entzündet haben, gröſſer iſt, dennoch der Schuß nicht ſo weit geht, als mit der kleinern Ladung, von der ſich alle Körner entzündet haben; es ſey nun, daß das Pulver, welches noch unentzündet gegen die Mündung getrieben wird, oder die Kürze des Stückes ſelbſt, in welchem die Kugel fortgeſtoſſen wird, daran ſchuld iſt.

Da alſo die Ladungen, von denen ſich eine gröſſere Anzahl der Körner entzündet, die Kugel vors erſte nicht allezeit am weitſten treiben, andern theils dabey viel mehr Pulver draufgehet, und das Geſchütz ſelbſt heftig dadurch leidet; ſo müſſen wir unſer Haupt-Augenmerk darauf richten, unter allen dieſen Ladungen diejenige zu beſtimmen, mit der man aus einem gegebenen Geſchütz, es ſey von welchem Calieber es wolle, am weiteſten ſchießt.

§. 88.

§. 88. Man kann die Erfahrungen, um die Ladung, welche der Kugel die größte Geſchwindigkeit beybringt, und durch die man alſo die größte Schußweite bekommt, unmittelbar zu beſtimmen, auf dreyerley Art anſtellen. Die erſte Art beſteht darinnen, daß man die Geſchwindigkeit zu bekommen ſucht, mit der die Kugel zur Mündung herausfährt. Die zweyte beſteht darinnen, daß man mit einem gewiſſen Geſchütz gegen ein feſtes und homogenes Ziel ſchießt, und hernachmals die Tiefe mißt, auf welcher die Kugel in daſſelbe eingedrungen. Die dritte Art beſtehet endlich darin, daß man die Weiten der Schüſſe mißt. Dieſe letztere aber iſt am meiſten zuſammengeſetzt, und weil ſich dabey ſo viel Zufälle ereignen können, welche die Bewegung der Kugel verändern, und ſie von ihrem Flug abbringen können, ſo kann man darauf auch am wenigſten bauen. Inzwiſchen wollen wir doch dieſe letztere am erſten unterſuchen,

welche

welche in der Ausübung am meiſten gebraucht wird, weil man die Schußweiten gleich vor Augen hat. In der Folge werden wir die andern beyde auch vornehmen, und dieſe werden uns noch außerdem zu der Auflöſung verſchiedener wichtigen Aufgaben führen.

Um alſo die Ladung zu finden, welche die größte Schußweite giebt, muß man

1) mit Ein und eben daſſelbe Geſchütz viele Schüſſe vollkommen unter einerley Umſtänden, ſo weit dieſelben von uns abhangen, und mit eben den Kugeln thun, welche man im Felde gebraucht, und die Vorſchläge ſo feſt auf das Pulver anſetzen, als es in dergleichen Fällen zu geſchehen pflegt. Beſonders muß man wohl zuſehen, daß man bey dieſem Schüſſen nichts als die Quantität von ein und eben demſelben Pulver verändert.

2) Muß

2) Muß man mit dieſen Schüſſen ſo lange fortfahren, bis man diejenige Ladung findet, die ſo beſchaffen iſt, daß, wenn man eine andere Ladung nimmt, welche gröſſer oder kleiner iſt, die Schüſſe entweder kürzer oder doch einander gleich werden.

3) Muß man das Stück unter einer andern Erhöhung wieder ſo lange abfeuern, bis man auch von dieſer Erhöhung die verlangte Ladung ausfündig gemacht.

Unter Beobachtung aller dieſer Umſtände, und um die Langwierigkeit bey den Verſuchen zu vermeiden, welche zu ihrer Richtigkeit nichts beyträgt, wurden von den Herrn Officiers von der Artillerie zu Turin, erſtlich drey Horizontal-Richtungen, nachgehends die gröſte Erhöhung genommen, welche ein Canon haben kann, wenn es ganz bis auf den Ruhriegel herunter gelaſſen wird, und unter dieſen Erhöhungen folgende Verſuche gemacht.

§. 89.

§. 89. Die erſten Verſuche wurden unter der Direction des Herrn Commendators De-Vincenti den 7. Februar 1746. angefangen, und den 30 Merz wieder geendigt. Dabey wurden aus jedem Canon bey guter Witterung und in den Nachmittagsſtunden allezeit mit einerley Ladung verſchiedene Schůſſe gethan.

In den Feſtungswerken dieſer Stadt wurde ein Platz ausgeſucht, wo man die Canons hinpflanzte, dergeſtalt, daß die Axe derſelben ſiebenzehen Fuß hôher lag als die horizontale Flåche des Feldes. Nach der Gegend, wo die Schůſſe hingiengen, wurden ferner viel Stangen in einer geraden Lienie und ſechzig Fuß weit von einander geſtochen, und um alle Zweydeutigkeit zu vermeiden, an jeder Stange angeſchrieben, wie weit dieſelbe von dem Canon entfernt war.

Zur Rechten und Linken dieſer Lienie befanden ſich verſchiedene Perſonen, welche mit der åußerſten Sorgfalt bey jedem

Schuß

Schuß den Punkt merkten, wo die Kugel zum erſtenmal aufſetzte. Auf der Batterie waren verſchiedene Officiers, welche auf alles genau acht hatten, und die erforderliche Anmerkungen machten. Die Canons ſelbſt ſtanden auf einer guten und feſten Bettung, auf der ſie ungehindert zurückſpielen konnten, und die ſo viel als möglich, horizontal, und 12 Fuß lang und 6 breit war.

Man bediente ſich aber 4, 8, 16 und 32pfündigen Canons, die Seele war durchaus zylindriſch und die Zündlöcher hinten am Boden angebracht; übrigens waren ſie nach der in der pracktiſchen Artillerie angezeigten Proportion verfertiget, das iſt:

Canons.	Länge der Seele in Caliebern.	Gewicht in Pfunden.
4pfündig	— 27 —	1275
8pfündig	— 27 —	2540
16pfündig	— 28 —	4375
32pfündig	— 20 —	7875

Sie wurden auf der Laffete abgefeuert, und durch Hülfe einer Ladeſchaufel mit verſchiedener Quantität ordinair Pulver geladen. Man bediente ſich dabey der Vorſicht den Vorſchlag auf dem Pulver mit vier ſtarken Schlägen anſetzen zu laſſen, und eben dergleichen drey Schläge bekam der Vorſchlag auf die Kugel von eben dieſelben Canoniers, und ſo viel als es möglich iſt, wurde darauf geſehen, daß alle dieſe Schläge gleich ſtark gegeben wurden. Die Vorſchläge waren von Heu gemacht, welches man zuſammengedrehet hatte, und die Kugeln wurden gewogen, damit eine jede beynahe ſo ſchwer war, als die andre. Der Diameter der Kugeln verhielt ſich zum Diameter der Mündung ohngefähr wie 20 zu 21.

Nachdem die Canons auf dieſe Art geladen worden, ſo richtete man dieſelben nach der abgeſtochenen Lienie, und bey allen den Schüſſen war die Lage der Axe derſelben hori-

horizontal, welches man durch Hülfe einer Waſſerwage mit einem Pendulo, und einer andern mit bloſſem Waſſer, bewerkſtelligte.

Nach einem jedem Schuß wurde der Raum gemeſſen, welchen das Canon zurückgeſpielt hatte; und man war darauf bedacht, die Räder bey jedem neuen Schuß genau auf die vorige Stelle zu bringen, ſo daß ſie immer auf eben der Felge und auf eben dieſelben Nägel zu ſtehen kamen. Hierdurch vermied man ſo viel als möglich, alle äußerliche Veränderungen, die einen Einfluß auf den Schuß haben konnten. Ehe man Feuer gab, bezeichnete man auf dem Richtkeil genau, wo ein gewiſſer Punkt von dem Boden des Canons hinkam, und rechnete die Schüſſe vor nichts, die wegen der Bewegung der Richtkeile erwas irreguläres zeigten.

Mit dieſer angeführten Behutſamkeit wurden die Verſuche ausgeführt. Die erſten Schüſſe geſchahen mit kleinen Ladungen,

welhe man nach und nach immer ſtärker machte. Man wurde dabey gewahr, daß von dreyen Schüſſen, welche zum wenigſten mit einer jeden Ladung geſchahen, die letztern immer kürzer giengen.

Nachdem man alſo durch verſchiedene Schüſſe die Ladung beſtimmt hatte, mit der man aus einem jeden Canon am weitſten geſchoſſen; ſo wiederholte man in den fünf letztern Tagen dieſe Verſuche, um alle die Veränderungen zu vermeiden, welche der verſchiedene Zuſtand der Luft in der Weite der Schüſſe etwa hervorbringen konnte. An einem jeden von dieſen letztern Tagen that man in den Nachmittags-Stunden allezeit nur mit einem Canon und mit den in nachfolgender Tafel angezeigten Ladungen verſchiedene Schüſſe, das iſt: In dem einen Nachmittag that man aus einem 4pfündigen Canon drey Schüſſe mit einer jeden Ladung von 1½ Pfund, 2 Pfund, 2½ Pfund Pulver.

Den

Den andern Tag aus einem 8pfündigen Canon und mit 3 Pfund, 4 Pfund, 5 Pfund Ladung, eben ſo viel Schüſſe; und ebendaſſelbe am vierten und fünften Tage mit 16 und 32pfündigen Canons.

Um endlich die Schüſſe aus den verſchiedenen Canons mit einander vergleichen zu können, ſo wurden die 4 und 8pfündige Canons mit Halb-Kugel ſchwer Pulver, und die 16 und 32pfündige Canons mit $\frac{1}{3}$ Kugel ſchwer Pulver geladen.

Folgende Tabelle zeigt das Reſultat, aus den in den fünf letzten Tagen gemachten Verſuchen.

Calieber der Canons.	Ladung in Pfunden.		Weite der Schüſſe in Fuß.		Raum, den das Canon zurückgeſpielt in Zoll
4 pfündige	$1\frac{3}{4}$	--	852	--	26
	2	--	870	--	37
	$2\frac{1}{8}$	--	840	--	43

Calieber der Canons.	Ladung in Pfunden.		Weite der Schüſſe in Fuß.		Raum, den das Canon zurückgeſpielt in Zoll
8 pfündige.	3	--	912	--	27
	4	--	948	--	38
	5	--	948	--	49
16 pfündige.	4	--	900	--	25
	$5\frac{1}{3}$	--	936	--	33
	6	--	930	--	46
32 pfündige.	8	--	864	--	32
	$10\frac{2}{3}$	--	876	--	42
	12	--	870	--	49

§. 90. Aus dieſen Verſuchen, bey denen man alle mögliche Sorgfalt angewendet hatte, läßt ſich alſo ſchlieſſen und ſo ziemlich der Wahrheit gemäß feſtſetzen, daß von der Art Pulver, deſſen man ſich bedienet, die Ladung, durch welche man den weiteſten Schuß bekommt, bey 4 und 8pfündigen Canons ohngefähr die Hälfte, und bey 16 und 32pfündigen Canons ein Drittel von dem

dem Gewicht der Kugel ausmacht, und daß die Schüſſe aus dergleichen Canons, wenn unter den angeführten Umſtänden andre Ladungen genommen werden, allezeit kürzer gehen. Außerdem kann man daraus folgende Würkungen, welche beſtändig erfolgen, erklären.

1) Der Raum, den das Canon zurückſpielt, nimmt mit der Ladung beſtändig um ſehr merklich zu; da indeſſen die Weite der Schüſſe nur bis auf einen gewiſſen Punkt zunimmt, und nachgehends in einer weit kleinern Verhältniß wieder abnimmt, als nach welcher der Raum, welchen das Canon zurückſpielt, gröſſer wird.

2) Die Ladung, durch welche man bey Canons von einem kleinen Calieber den weiteſten Schuß bekommt, iſt a proportion gröſſer, als bey den großen Canons.

§. 91. Um die erſte Würkung zu erklären (§. 90. n. 1.) kann man folgenden Verſuch machen:

Man nehme nach Gefallen ein ordinaires Canon, und lade daſſelbe mit einer ſolchen Quantität Pulver, welche ſich völlig in der Seele entzündet, ſetze aber keinen Vorſchlag darauf; feure hernach das Stück ab, und meſſe den Raum, welchen daſſelbe zurückgeſpielt. Eben dieſes Canon lade man mit einer gleich groſſen Quantität von eben dem Pulver, und ſetze auf denſelben einen ſtarken Vorſchlag; ſo wird der Raum, welchen das Canon zurückgeſpielt, weit gröſſer ſeyn als vorher. Bey dem dritten Schuß, nehme man wieder dieſelbe Ladung, ſetze auf derſelben einen ſtarken Vorſchlag, auſſer dieſem aber noch auf die Kugel einen andern Vorſchlag, und meſſe den Raum, welchen das Canon zurückgeſpielt, ſo wird dieſer wieder gröſſer ſeyn als nach dem zweiten Schuß. Endlich thue man

mit

mit derſelben Ladung und dergleichen Vorſchlägen andre Schůſſe, nehme aber nach und nach zwey, drey ꝛc. Kugeln; ſo wird man finden, daß der Raum, welchen das Canon zurückſpielt, immer grőſſer wird, je mehr Kugeln man nimmt, zu gleicher Zeit aber die Weite der Schůſſe merklich abnimmt.

§. 92. Dieſe Erfahrung nun wollen wir auf die Verſuche im Jahr 1746. anwenden.

Es iſt §. 71. 75. bewieſen worden, daß ſich in dem ſchweren Geſchůtz nur eine beſtimmte Quantität Pulver entzůndet. Wenn die Ladungen nun ſo beſchaffen ſind, daß ſie ſich vőllig in dem Canon entzůnden, ſo iſt die Quantität der flůßigen elaſtiſchen Materie, welche ſich in der Seele entwickelt, um deſto grőſſer, je ſtärker die Ladung angenommen wird. Wenn man alſo auf das Reiben der Kugel, und den Wiederſtand der Luft nicht acht hat, und

das Gewicht' des Canos ſamt der Laffete, welches unveränderlich bleibet, C, und die Materien, welche nach der Mündung zu getrieben werden, nehmlich die beyde Vorſchläge und die Kugel, und ebenfals unveränderlich ſind, P ſetzet, ſo muß die Verhältniß der Schußweite zu dem Raum, welchen das Canon zurückläuft, der Verhältniß C: P gleich ſeyn.

Je ſtärker man aber die Ladung annimmt, je kleiner wird der Raum, welchen die Kugel innerhalb dem Canon durchlaufen muß, und folglich auch diejenige Länge, in der ſie die Würkung der elaſtiſchen Materie empfindet. Man muß alſo dieſe Verminderung des Triebes von der Würkung der gröſſern Quantität der elaſtiſchen Materie, welche aus der ſtärkern Ladung erzeugt worden, abziehen; und denn wird man leicht einſehen, daß die Weiten der Schüſſe und die Räume, welche das Canon zurückſpielt, nicht beſtändig einerley

Verhält=

Verhältniß gegen einander haben können, obgleich beyde Gröſſen mit der ſtärkern Ladung zunehmen. Vermehrt man aber die Ladung dergeſtalt, daß ſich ein Theil derſelben, den wir I nennen wollen, nicht innerhalb dem Canon entzündet, ſo iſt die Quantität der Materie, welche nach der Mündung zu getrieben wird, in dieſem Falle gröſſer, und es erfolgt alsdenn dasjenige, was erfolgt, wenn man zwey Kugeln in das Canon ladet. Wenn alſo bey dieſer Ladung, die Anzahl der Körner, welche ſich entzünden, eben nur ſo groß iſt, als bey einer kleinen Ladung, welche ſich völlig entzündet, ſo empfängt die Kugel eine kleinere Geſchwindigkeit, und weil die Reaction gegen C zu gleicher Zeit ſtärker wird, ſo wird das Canon auch weiter zurückſpielen, als vorhero.

Die Maſſe P + I aber, welche gegen die Mündung zu getrieben wird, ſetzet der Gewalt des Pulvers einen gröſſern Wiederſtand

ſtand entgegen, als die bloſſe Maſſe P: folglich muß die Anzahl der Körner, welche ſich entzünden, indem die Kugel die Länge der Seele durchläuft, und die Quantität der flüßigen elaſtiſchen Materie, welche ſich aus dem Pulver entwickelt, gröſſer ſeyn; dadurch wird aber die abſolute Kraft, welche auf die Canone und die Laffete zuſammengenommen, oder auf C würket, ſtärker, und das Canon muß weiter zurückſpielen: da dem allem ohngeachtet die Weite des Schuſſes gröſſer oder kleiner, oder auch der Weite gleich ſeyn kann, auf welche die Kugel von einer Ladung getrieben wird, welche ſich völlig in dem Canon entzündet, nachdem die Verhältniß beſchaffen iſt, welche die gröſſere Quantität der flüßigen elaſtiſchen Materie, und die vermehrte Maſſe P + I, und die kleinere Länge, welche die Kugel durchlaufen muß, gegen einander haben.

Hieraus iſt alſo offenbar, daß die Verhältniß der Schußweiten, oder der anfänglichen

lichen Geſchwindigkeiten gegen einander kleiner ſeyn muß, als diejenige, welche die Räume gegen einander habeen, welche das Canon zurückſpielt; ja daß, wenn man die Ladung immer mehr und mehr verſtärkt, von einem gewiſſen Punkt an die Schußweiten wieder abnehmen müſſen, da indeſſen das Canon immer weiter und weiter zurückſpielt, je ſtärker man die Ladung nimmt.

§. 93. Es iſt alſo höchſt nothwendig, bey der Artillerie alle die übermäßige Ladungen abzuſchaffen, mit denen man nur eben ſo weit, oder nicht einmal ſo weit ſchieſſen kann. Denn, des Pulvers nicht zu gedenken, welches unnöthiger Weiſe verſchwendet wird, ſo leidet das Geſchütz wegen der heftigen Erſchütterung, welche daſſelbe ausſtehen muß, gar gewaltig, ſo daß man öfters eine Belagerung, oder die Vertheidigung einer Feſtung nicht mit dem gehörigen Nachdruck fortſetzen kann,

und

und eine Menge Schüſſe vergebens thut.

§. 94. Das Zurückſpielen der Canons erfordert indeſſen eine etwas genauere Unterſuchung.

So bald ein Canon abgefeuert wird, beobachtet man zweyerley Bewegungen an dem Boden deſſelben: die eine iſt die, welche das Bodenſtück von oben nach unten zu macht, dergeſtalt, daß dadurch der Richtkeil öfters eingedrückt oder gar herausgeworfen wird, wenn er allzu ſtumpf oder nicht recht geſetzt iſt. Eben deswegen geſchiehet es auch, daß, wenn das Centrum gravitatis des Canons zu nahe an die Schild-Zapfen liegt, oder der Richtkeil ſehr elaſtiſch iſt, das Canon wieder hinten in die Höhe ſpringt. Die andre Bewegung iſt diejenige, wodurch das Canon mit ſamt der Laffete zurückgeht, welches man zurückſpielen heißt.

§. 95. Um die Urſache von dieſen beyden Bewegungen einzuſehen, ſtelle man ſich ein

ein Behältniß vor, in dem eine gewiſſe Quantität Pulver angezündet wird, dergeſtalt, daß das Zündloch gleich zu iſt, ſo bald ſich das Pulver anfängt zu entzünden.

In dieſem Fall wird man äußerlich keine ſonderliche Bewegung gewahr werden. Denn die elaſtiſche flüßige Materie, welche aus dem Pulver hervorgebracht wird, drückt die innre Oberfläche dieſes Behältniſſes gleich ſtark nach allen Seiten; und da ein jedes Theilchen des ganzen Behältniſſes das andre, vermöge der Adhäſion, an ſich zieht, und von dieſem wieder gleich ſtark zurückgezogen wird, ſo ſind alle dieſe Kräfte im Gleichgewicht; und weil das ganze innere Behältniß nach allen Seiten gleich ſtark getrieben wird, ſo kann es ſich nach keiner Seite bewegen. Wir haben dieſes ſchon §. 55. an der vierten Figur geſehen, und eine mit Luft angefüllte Blaſe giebt ein anderes ſchon bekanntes Beyſpiel an die Hand.

§. 96.

§. 96. Findet hingegen die flüßige elaſtiſche Materie, entweder wegen einem Loche, welches in dem Behältniß gemacht worden, oder einem Riß, der von der Gewalt deſſelben gegen das Behältniß entſtanden iſt, irgendwo einen Ausgang; ſo wird in dieſem Fall die Höhlung nach der entgegengeſetzten Seite mit deſto gröſſerer Gewalt getrieben werden, je dichter die elaſtiſche Materie iſt, und folglich ſich mit einer groſſen Geſchwindigkeit ausdehnet. Da nun die äußere Luft mit dem Behältniß nicht feſte gnug zuſammen hängt, ſo wird die flüßige Materie, der die Luft, auf welcher ſie ſtößt, wiederſteht, die Luft ſelbſt und das Behältniß nach entgegengeſetzten Richtungen treiben: wenn alſo das Gewicht des Behältniſſes der Kraft der flüßigen Materie nicht hinlänglichen Wiederſtand thun kann, ſo wird ſich das Behältniß ſelbſt bewegen; die Luft-Säule, welche von hinten auf daſſelbe drückt, wird nicht

im

im Stande ſeyn, dieſe Bewegung zu hindern, weil der Wiederſtand der Luft um deſto gröſſer iſt, je größer die Geſchwindigkeit des Körpers iſt, welcher ſich darin bewegt: da nun die flüßige elaſtiſche Materie mit einer gröſſern Geſchwindigkeit herausbricht, als mit der das Behältniß zurückgehet, ſo trift dieſe flüßige Materie in der Luft einen gröſſern Wiederſtand an, als das Behältniß, indem es zurücke weicht. Schwärmer, Racketen und andere Feuerwerkſachen zeigen dieſes hinlänglich; anderer Erfahrungen nicht zu gedenken.

§. 97. So bald man alſo durch Hülfe des Zündlochs, Feuer in einem Canon bringt, ſo wird die Gewalt, mit der das Bodenſtück auf den Richtkeil würket, deſto gröſſer, je dichter die flüßige elaſtiſche Materie iſt, welche in dem Raum, welchen die Ladung einnimmt, hervorgebracht wird.

Damit aber der Vorſchlag, und die Kugeln, welche ſich in dem Canon befinden,

in Bewegung geſetzt werden können, muß ſich nothwendig eine ſo groſſe Quantität von der elaſtiſchen Materie entwickeln, als erfordert wird, den Wiederſtand dieſer beyden Körper zu überwältigen, und die Luftſäule aus der Seele zu treiben. Iſt nun der Vorſchlag ſtark angeſetzet, oder mehr als eine Kugel in dem Canon geladen worden, oder dieſes iſt bey einem Schuß mehr oder weniger elevirt, als bey einem andern, ſo wird der Wiederſtand, den die flüßige Materie empfindet, durch alle dieſe Umſtände vergröſſert, folglich muß ſich auch eine gröſſere Quantität von der flüßigen elaſtiſchen Materie entwickeln, ehe ſie ſich von ihrer Stelle bewegen; und ehe dieſes nicht geſchieht, ehe wird das Canon auch nicht anfangen zurück zu weichen (§. 95.), denn in dieſem Fall muß man ſich vorſtellen, als wenn der Vorſchlag und die Kugel ſelbſt mit dem Canon verbunden wären. Stellt man ſich nun eine ſolche Maſſe vor, welche,

wenn

wenn ſie in dem Canon geladen würde, von der Gewalt der flüßigen elaſtiſchen Materie nicht überwältiget und in Bewegung geſetzt werden könte, ſondern dieſelbe gänzlich zurückhielte, ſo würde keine andre Bewegung bey dem Canon vorgehen, als diejenige, welche aus dem Drucke des Bodenſtücks auf den Richtkeil erfolget. Dieſes könte man durch viele Verſuche beweiſen, wenn es nicht ſchon von ſelbſt aus demjenigen folgte, was ich vorhin geſagt habe.

Außerdem fährt gleich ein Theil der flüßigen elaſtiſchen Materie, ſo bald ſich dieſelbe in dem Raume, worin die Ladung eingeſchloſſen iſt, entwickelt, zu dem Zündloche heraus: und es iſt alſo offenbar, daß das Bodenſtück gleich auf den Richtkeil zu drucken anfängt, ſo bald ſich nur etwas Pulver entzündet: das Zurückſpielen ſich aber mehr oder weniger ſpäter anfängt, nachdem der Wiederſtand, welchen die flüßige

Materie auf der Seite, wo die Mündung iſt, findet, gröſſer oder kleiner iſt.

§. 98. Man kann aus dem, was geſagt worden, leicht abnehmen, daß, wenn die Bewegung des Bodenſtückes in die Höhe noch nicht geendiget iſt, wenn ſich die Kugel in der Seele befindet, und man hat das Canon nach einem gewiſſen Ziel gerichtet, der Schuß allezeit tiefer gehen muß. Der Schuß wird ebenfals jedesmal anders ſeyn, wenn entweder die Diameter der Räder einander ungleich ſind, oder dieſelben nicht auf dem Zwiſchenraum zwiſchen ein und eben dieſelbe Speichen, oder auf eben die Nägel wieder zu ſtehen kommen, oder der Boden, worauf das Canon ſteht, und auf welchen daſſelbe zurückſpielet, nicht glatt und feſte genug iſt. Denn bey allen dieſen Umſtänden gehet das Canon nicht nach der Richtung zurück, welche es vor dem Schuß hatte.

§. 99. Wenn man nun beſtimmen will, wie weit das Canon, während der Zeit, da die

die Kugel die Länge der Seele durchläuft, ſich zurück beweget, ſo muß man merken, das die Länge des Raums, welchen das Canon zurückgehet, nach den verſchiedenen Umſtänden, worin ſich daſſelbe bey dem erſten Augenblick der Entzündung befindet, ſehr verſchieden iſt. Zum Beyſpiel, wenn der Vorſchlag, wie es im Felde geſchieht, ſtark angeſetzt iſt, und das Canon auf einer ſehr glatten und ebenen horizontalen Bettung ſtehet, ſo wird eine gröſſere Gewalt erfordert, den Vorſchlag in Bewegung zu ſetzen, als man braucht, um das Canon ſelbſt auf dieſe Fläche fort zu ſtoſſen. Man kann dieſes gewahr werden, wenn man den Vorſchlag aus einem Canon vermittelſt einem Dampfzieher wieder herausziehen will; denn alsdenn folget das Canon dem Zuge ſo lange nach, bis ſich der Vorſchlag gelöſet hat. Macht hingegen die Fläche der Bettung mit dem Horizont einen kleinen Winkel, ſo wird eben dieſe Kraft, mit der

 man

man den Vorſchlag herauszieht, nicht hinreichend ſeyn, das Canon die Fläche herauf zu ziehen. Eben dergleichen Veränderungen zeigen ſich, wenn man entweder dem Canon eine andre Elevation giebt, oder wenn ſich die Räder leichter um die Axe bewegen. Um eine praktiſche Auflöſung von dieſer Aufgabe vor diejenigen Ladungen zu geben, welche ſich in dem Canon völlig entzünden, ſey das Gewicht des Canons mitſamt der Laffete = C, das Gewicht der Kugel nebſt dem Vorſchlag = P, die Länge der Seele von dem Raum, welchen die Kugel einnimmt, bis an die Mündung angerechnet = D, ſo wird der Raum, welchen das Canon zurückſpielt $= \frac{P.D}{C}$ ſeyn.

Geſetzt nun, man feuert das Canon mit einem bloſſen Vorſchlag ab, und findet die Länge des Raums, welchen das Canon zurückgeſpielt = A, und nachdem man eben dieſelbe Ladung genommen, und den Vorſchlag

ſchlag eben wieder ſo ſtark angeſetzt als vorhin, aber außerdem noch eine Kugel in das Canon gebracht, welches wieder in eben die Umſtände ſo viel möglich verſetzt wird, als es bey dem erſten Schuß war, findet man, daß die Länge des Raums, welchen daſſelbe zurückgeſpielt $= B$ iſt, welcher nothwendig gröſſer als A ſeyn muß, ſo wird $A : B = \frac{P.D}{C} : \frac{B.P.D}{A.C}$ und das vierte Glied dieſer Proportion drückt alsdenn die Länge des Raums aus, welchen das Canon während der Zeit zurückgeſpielt, da ſich die Kugel in der Seele befunden.

Nachdem man dieſen Verſuch mit einem 32pfündigen Canon gemacht hatte, welches mit 10 Pfund ordinair Pulver geladen, und nach einer horizontalen Richtung abgefeuert wurde, ſo war das Reſultat $\frac{B.P.D}{A.C} = \frac{1}{24}$ Fuß. Hieraus ſiehet man alſo, daß, wenn die Bettung nur da,

wo die Räder ſtehen, und wo der Schwanz der Laffete aufflieget, ½ Zoll feſt und glatt iſt, das übrige derſelben zu weiter nichts hilft, als den Canoniers die Arbeit zu erleichtern; es iſt indeſſen ohne mein Erinnern klar, daß der gefundene Werth von $\frac{P.B.D.}{A.C}$ ſich ſehr verändern kann, weil derſelbe, wie man geſehen, von verſchiedenen Umſtänden abhängt.

§. 100. Nunmehro wollen wir das zweite Stück (§. 90. n. 2.) nemlich die Ladung, mit der man am weitſten ſchießt, unterſuchen, und da zeigte die Erfahrung, daß dieſelbe bey Canons von einem kleinen Calieber in gewiſſer Verhältniß gröſſer iſt, als bey denen, deren Calieber gröſſer iſt. Da dieſes bey den angeführten Verſuchen beſtändig geſchieht, ſo kann der Grund davon nirgend anders, als in den Zündlöchern, welche in allen den vier Canons, deren man ſich bediente, gleich weit waren, und in den

Vorſchlä-

Vorſchlägen liegen, welche in allen dieſen Canonen gleich ſtark angeſetzet wurden. Denn aus der Gleichheit der Zündlöcher folgt nothwendig, daß ſich dadurch in den kleinern Canons eine weit gröſſere Quantität Pulverkörner in gewiſſer Verhältniß entzündet, wie man ſchon oben geſehen: und weil die Vorſchläge gleich ſtark angeſetzet werden, ſo liegen die Pulverkörner in den Canons, deren Calieber kleiner iſt, dichter aneinander, und die Vorſchläge hängen gewiſſer maſſen feſte mit dem Körper des Canons zuſammen, daher muß ſich wegen dem gröſſern Wiederſtand, nothwendig eine gröſſere Quantität Pulver in Abſicht auf jedem Canon entzünden.

§. 101. Im Jahre 1750 wurden im Frühlinge von einigen Officiers von der Artillerie, welche verſchiedene Materien aus der Artillerie unterſuchen ſolten, unter der Aufſicht des Herrn Ferrero di Ponſiglioni Verſuche angeſtellt, um die Ladung zu finden,

den, mit der man aus einem gegebenen Canon am weitſten ſchießt, wenn daſſelbe am höchſten elevirt oder bis auf den Ruhriegel heruntergelaſſen wird. Man bediente ſich dazu eben ſolcher Canons, und die nach eben der Proportion verfertiget waren, als man zu den Verſuchen im Jahr 1746 genommen hatte. Der einzige Unterſchied dabey war, daß die Kugeln bey den Verſuchen, wovon jetzt die Rede iſt, etwas gröſſer waren, und alſo in den Canons weniger Spielraum hatten.

Die Canons wurden mit der Ladeſchaufel und mit verſchiedenen Quantitäten ordinair Pulver geladen, und mit jeder Ladung geſchahen drey Schüſſe aus jedem Geſchütz. Zwey Canonier ſetzten beſtändig den Vorſchlag auf dem Pulver mit fünf, und den Vorſchlag auf die Kugel mit drey Schlägen an. Die Canons lagen auf ihren Laffeten, und waren auf eine bretterne horizontale Bettung geſtellt. Man trug jederzeit

derzeit alle mögliche Sorge, daß ſie einmal wie das andre zu ſtehen kamen, und auf einerley Art geladen wurden. Die Weiten der Schüſſe maaß man ſo genau als möglich auf der Ebene, auf welcher die Kugeln bey dem erſten Aufſchlag niederfielen, und dieſe Ebene lag mit der Batterie horizontal.

Erfolg von den Verſuchen, welche im Frühling des 1750. Jahres gemacht wurden.

Calieber der Canons.	Ladung in Pfunden.	Weite der Schüſſe in Fuß.	Raum, den das Canon zurückgeſpielt in Zoll
4 pfündige im 14° elevirt	2½	4232	31
	3	3948	36
	3½	4310	44
	4	4495	48
8 pfündige im 11° elevirt	4	4130	28
	5	4382	39
	6	4424	51
	7	4232	61
	8	4760	71

Calie-

Calieber der Canons.	Ladung in Pfunden.		Weite der Schüſſe in Fuß.		Raum, den das Canon zurückgeſpielt in Zoll
16 pfündige im 12° elevirt	7	--	4732	--	45
	8	--	5090	--	48
	9	--	4738	--	54
	10	--	5000	--	58
	11	--	4918	--	65
	12	--	5146	--	68
32 pfündige im 11½° elevirt	14	--	5644	--	70
	16	--	5396	--	72
	18	--	5330	--	74
	20	--	5730	--	87
	22	--	5488	--	100

102. Der Erfolg von dieſen Verſuchen zeiget hinlänglich, daß die Ladung, mit der man aus einem gegebenen Canon am weiteſten ſchießt, wenn man daſſelbe ſo hoch elevirt, als es die Einrichtung der Laffete erlaubet, allezeit gröſſer iſt, als diejenige, mit der man den weiteſten Schuß bekommt, wenn das Canon horizontal gerichtet wird (§. 89.)

(§. 89.). Man wird aber unter den Schuß-weiten keinen ſo ordentlichen Fortgang ge-wahr, als man billig hätte vermuthen kön-nen. Bey dem 16pfündigen Canon wird man, zum Beyſpiel, gewahr, daß 7 Pfund und 9 Pfund Pulver die Kugel beynahe gleich weit getrieben, da man indeſſen mit 8 Pfund um ein merkliches weiter ge-ſchoſſen.

Dieſer unregelmäßige Fortgang rühret aber daher, daß man bey dieſen Verſuchen die Ladung vor ein und eben daſſelbe Ca-non von einem Tage zum andern verändert. Z. B. bey dem 16pfündigen Kanons wurde die Ladung 7 Pfund den 23. Merz, und 8 Pfund den folgenden Tag, und den 1. April 9 Pfund genommen. Man nahm über-haupt alle dieſe Ladungen niemals an ei-nem Tage zu eben demſelben Kanon, um die Veränderungen zu vermeiden, welche der Zuſtand der Atmoſphäre in Anſehung der darin befindlichen Dünſte, und die ver-

ſchiedene

ſchiedene Dichtigkeit der Luft, welche ſie von einem Tage zum andern hat, bey der Entzündung der Ladung und dem Wiederſtande, welchen die Kugel in ihrer Bahn antrifft, hervorbringen. Man wird, außerdem was ſchon geſagt worden, im vierten und fünften Capitel deutlich ſehen, daß dieſe Veränderungen in gewiſſen Fällen ſehr beträchtlich ſind.

Wenn man ſich auf dieſe Art die Mühe giebt, die angezeigte Veränderungen, welche von der Atmoſphäre herrühren, zu vermeiden, ſo wird man finden, daß die Ladungen, mit denen man bey den Umſtänden, welche im vorhergehenden Paragraphen angezeigt worden, den weitſten Schuß thut, beynahe noch einmal ſo groß ſind, als diejenigen, welche man im Jahr 1746 gefunden. Indeſſen wird man auch gewahr, daß man durch die gröſſere Schußweiten, welche man durch dieſe ſtärkere Ladungen bekommt, in Abſicht auf den Raum, welchen das Kanon

non zurückſpielt, nnd folglich in Anſehung der groſſen Erſchütterung, welche das Canon leidet, und davon das weitere Zurücklaufen ein Beweiß iſt, eben keinen ſonderlichen Vortheil erhält. Dahero muß man dieſe doppelte Ladungen im Felde gar nicht gebrauchen.

§. 103. Bey dergleichen Verſuchen finden ſich überhaupt von Zeit zu Zeit ſehr beträchtliche Abweichungen unter den Schüſſen, welche mit einerley Ladung geſchehen, ohngeachtet man alle mögliche Vorſicht angewandt, damit die Umſtände bey dem einen Schuſſe ſo waren wie bey den andern.

Hingegen ereignen ſich dergleichen Irregularitäten bey den Schüſſen, welche im Jahr 1746 gethan worden, ſeltner, als bey denen im Jahr 1750. Es kann dieſes aber auch nicht anders ſeyn. Denn, wenn man auch annimmt, daß das Canon durch das Abfeuern nicht aus ſeiner Lage und Richtung kommt, ſo ſind doch noch zwey Urſachen

ſachen da, welche etweder vor ſich, oder zuſammengenommen, die Schußweiten, welche man durch einerley Ladung erhält, auf eine ganz unordentliche Art verändern können.

Die erſte Urſache, welche in gleicher Verhältniß bey beyden Verſuchen ſtatt finden kann, iſt; wenn ſich die Kugel nicht nach der Richtung der Axe der Seele, ſondern nach einer ſolchen Richtung bewegt, welche mit derſelben einen Winkel macht, und alſo, indem ſie aus der Mündung herausgeht, ihre erſte Richtung verändert.

§. 104. Die zweyte Urſache beſtehet darinnen, daß man in der Ausübung das Pulver nicht allezeit einmal ſo wie das andre, in das Kanon bringet; dergeſtalt, daß der Raum, den daſſelbe bey einer gleichen Ladung einnimmt allezeit eine andre Figur hat.

Dieſe Figur verändert ſich leichter und weit öfterer, wenn die Ladung gröſſer,

und

und mit eben ſo viel Schlägen, als eine kleinere, angeſetzet wird.

In dergleichen Fällen entzündet ſich von der ſtärkern Ladung allezeit eine gröſſere oder kleinere Anzahl von Körnern bey einem Schuß, nachdem die innere Lage der Entzündung mehr oder weniger günſtig iſt. Weil nun, wenn das Canon über den Horizont elewirt iſt, ſich wegen des gröſſern Wiederſtandes, welchen die flüßige elaſtiſche Materie bey der Kugel antrift, eine gröſſere Anzahl von Körner entzündet, ſo folgt hieraus, daß, wenn das Kanon noch dazu mit einer ſtärkern Ladung abgefeuert wird, ſich weit mehr Irregularitäten bey den Schußweiten müſſen antreffen laſſen. Nimmt man nun noch die Irregularitäten dazu, welche aus der heftigen Erſchütterung des Canons bey dem Abfeuern erfolgen und deſto ſtärker ſind, je ſtärker die Ladung angenommen wird, ſo iſt leicht zu begreifen, daß die ſtarken Ladungen weit mehrere Irregula-

regularitäten in den Schußweiten hervor- bringen müſſen.

§. 105. Wenn man alſo im Felde ge- nau ſchieſſen will, ohne daß dadurch das Geſchütz einen groſſen Schaden leiden ſoll, ſo muß man folgende beyde Stücke zu be- obachten ſuchen.

Erſtlich: Muß man niemals eine allzu ſtarke Ladung annehmen, wenns nicht die höchſte Noth erfordert. Denn wenn man auch die häufigen Irregularitäten, welche bey den Schußweiten, auf welchen doch al- les ankommt, daraus entſtehen, beyſeite ſetzen wolte, ſo iſt es doch ausgemacht, daß das Geſchütz dadurch heftig erſchüttert wird und folglich entſetzlich leidet. Die etwas gröſſere Schußweite, welche man durch ei- ne ſtärkere und folglich eine ſolche Ladung, welche die Kugel im Stande ſetzet, in einer groſſen Entfernung noch eine groſſe Ge- walt auszuüben, erhält, iſt nicht hinreichend uns wegen der heftigen Erſchütterung, die

das

das Geſchütz leidet, ſchadlos zu halten. Um ſich davon zu überzeugen, darf man nur einen Blick auf die Verſuche von 1746 werfen, und die Ladungen unterſuchen, durch die man die gröſſte Schußweite bekommen, und dieſe mit dem Raum vergleichen, welche das Canon zurücke geſpielt.

Zweitens muß man auch die Ladung nicht gar zu klein annehmen. Denn wenn bey dieſer nur eine kleine Veränderung bey dem Anſetzen des Vorſchlages oder in der Dicke deſſelben vorgeht, ſo hat dieſes gleich auf die Bewegung der Kugel, folglich auf den ganzen Erfolg des Schuſſes einen gar groſſen Einfluß, wie man ſolches hinlänglich bey den Kanons, welche von hinten abgefeuert werden, oder bey den Mortiers, wenn die Ladung ſehr klein iſt, gewahr werden kann.

§. 106. Die Artillerie in Turin hat zuerſt in der Abſicht diejenige Ladung zu be-

ſtimmen, mit der man aus einem gegebe=
nen Canon am weiteſten ſchießt, häufige
Verſuche angeſtellt, und ihnen iſt die Fran=
zöſiſche Artillerie=Schule gefolget, und hat
noch einige andre gemacht. Es wäre zu
wünſchen, daß der Erfolg deſſelben bekannt
wäre, damit man denſelben mit den
vorhin beſchriebenen Verſuchen verglei=
chen könnte. Indeſſen hat man bis
jetzt davon weiter nichts erfahren kön=
nen, als daß die Franzöſiſche Artillerie
die Ladung, mit der man am weitſten
ſchießt, ohngefehr $\frac{3}{8}$ von dem Gewichte
der Kugel annimmt.

Die Herrn Maltheſer ſind ebenfals
durch die Nachrichten von den Franzöſi=
ſchen Verſuchen bewogen worden zu ver=
ſuchen, ob es nicht möglich wäre, etwas in
dieſer Abſicht zu entdecken. Sie trugen
alſo dem Herrn Marandone, einen Piemon=
teſer und Ingenieur bey ihrem Orden, auf,
dieſelben im Auguſt 1747 zu wiederholen.
Nach

Nach der Beſchreibung, welche derſelbe davon an die Artillerie zu Turin geſchickt, um ſich die Meinung derſelben über die Folgen, welche er daraus herleitet, auszubitten, müſſen ſie mit der gröſten Sorgfalt angeſtellt worden ſeyn. Da dieſer Ingenieur durch ſeine angeſtellte Verſuche fand, daß die Schüſſe noch weiter giengen, wenn man mehr als $\frac{3}{8}$ von dem Gewichte der Kugel zur Ladung annahm, ſo ſetzte er ſeine Verſuche, um die Ladung zu beſtimmen, mit der man weiteſten ſchießt, nicht weiter fort. Weil er nehmlich glaubte, daß das Franzöſiſche Pulver ſchlechter, als dasjenige geweſen ſeyn müſte, deſſen er ſich bediente, ſo ſchloß er daraus, daß, wenn man die Canons von groſſem Calieber mit ſtärkern Pulver, als das Franzöſiſche, ladete, die Ladung, mit der man am weiteſten ſchießt, gröſſer, als $\frac{3}{8}$ von dem Gewicht der Kugel ſeyn müſte. Dieſer Schluß ſtimmt nach dem vorhergehenden ſehr wohl mit unſerer

Theorie überein, und wird auch durch alle Erfahrungen bekräftiget.

Es iſt hieraus offenbar, daß unſere Vorfahren in der Artillerie, das Pulver ohne Noth verſchwendeten, wenn ſie ihr Geſchütz mit ſo viel Pulver ladeten, daß das Gewicht deſſelben dem Gewicht der Kugel gleich, ja manchmal noch gröſſer war als daſſelbe, zudem, da ihr Pulver weit ſchlechter war, als dasjenige, deſſen wir uns heut zu Tage im Kriege bedienen.

§. 107. Die Gränzen, in welche die Ladung eingeſchloſſen iſt, mit der man aus einem gegebenen Canon am weiteſten ſchießt (§. 89. 102.), erſtrecken ſich auf alle Canons von eben demſelben Calieber; ſie mögen von einerley oder verſchiedener Länge ſeyn, wenn nur die übrige Umſtände, welche wir bey unſern Verſuchen angezeigt haben, einerley ſind. Man hat §. 71. geſehen, daß die gröſſere Länge der Canons gemeiniglich wenig dazu beyträgt, daß ſich

eine

eine gröſſere Anzahl Pulverkörner entzündet; folglich wird die Ladung, mit der man aus einem Canon am weitſten ſchießt, auch eben diejenige ſeyn, mit der man aus einem andern Canon von eben dem Kaliber den weitſten Schuß bekommt, wenn die Längen auch gleich verſchieden ſind (§. 74), und man kann davon weiter nichts als die gar zu kurze Canons ausnehmen. Denn bey dieſen letztern iſt die Würkung der flüſſigen elaſtiſchen Materie, welche aus zwey ungleichen Ladungen erzeugt wird, auf die Kugel, wenn man auch voraus ſetzt, daß ſich alles Pulver entzündet, ſehr verſchieden; ja öfters thut ſelbſt eine kleinere Ladung eine ſtärkere Würkung, weil die Kugel von der Kraft dieſer elaſtiſchen Materie in ein und eben dem Canon durch einen gröſſern Raum getrieben wird (§. 80.).

§. 108. Endlich müſſen wir noch diejenige Ladungen unterſuchen, deren man ſich

im Felde bedienen muß, um den größten Vortheil zu erhalten. In dieſer Abſicht bedenke man, daß der größte Nutzen, den man von dem Geſchütz erwarten kann, auf zwey Stücke beruhet.

Erſtlich: Daß man den Gegenſtand, nach dem man zielet, genau trift, und dieſes iſt das vornehmſte.

Zweitens: Daß man den Gegenſtand mit derjenigen Gewalt zu treffen ſucht, welche erfordert wird.

Das erſte iſt allezeit nothwendig, und man ſolte billig darin nichts nachgeben: das zweite aber leidet einige Einſchränkungen.

Es iſt eben nicht bey allen Gelegenheiten im Kriege nöthig, den Gegenſtand mit der größten Gewalt zu treffen, welche man durch ein Geſchütz hervorbringen kann, um einen groſſen, und ſolchen Schaden anzurichten, der ſich nicht ſo leicht wieder erſetzen läßt (Einleitung zur Phyſic und Mech.).

Mech.). Wenn ſolches ja erfordert würde, deswegen aber gemeiniglich die Schüſſe nicht ſehr ordentlich gehen, und man leicht den Gegenſtand gar nicht trift, ſo thut man beſſer, wenn man von dieſer Gewalt etwas nachläßt, und öfterer und mit mehrerer Sicherheit ſchieſt. Dieſes iſt an und vor ſich ſo klar und eine ſo allgemeine Regel, daß dabey keine Ausnahme ſtatt findet.

Die metallene Kanons leiden ohnedem ſehr viel, wenn ſie mit ſtarken Ladungen abgefeuert werden, und ſind in kurzer Zeit gar nicht mehr zu gebrauchen, ſo daß man öfters außer Stande geſetzt wird, eine gewiſſe Unternehmung fortzuſetzen und völlig auszuführen. Man muß alſo die Vortheile, die man auf der einen Seite erhält, mit dem Schaden, der durch die allzuſtarken Ladungen auf der andern Seite entſtehen kann, genau gegen einander abwiegen, und denn wird es nicht ſchwer fallen, den-

jenigen Endſchluß zu faſſen, welcher uns im Stande ſetzt, die Unternehmung zu Ende zu bringen.

§. 109. Dieſe angeſtellte Betrachtungen wollen wir nunmehro, ſo viel möglich, in Ausübung zu bringen, und die Sicherheit der Schüſſe mit ihrer Gewalt und der Feſtigkeit des metallenen Geſchützes zu verbinden ſuchen. In dieſer Abſicht halte ich davor, daß man bey vorfallenden Gelegenheiten, als bey dem Angrif und Vertheidigung der Plätze, zu die Canons, bey denen das Bodenſtück die gehörige Schwere hat, und deren Gewicht ſo iſt, wie §. 89. angegeben worden, und mit denen man die Weiten beſchieſſen will, welche im 2ten und 3ten Buch der Feſtungsbaukunſt, und in dem 2ten Buch der praktiſchen Artillerie angezeigt worden ſind, wenn es 16 oder 32pfündige ſind, die Ladung, ordinair Pulver zu verſtehen, aufs höchſte dem halben Gewicht

Gewicht der Kugel gleich annehmen darf. Dieſe Ladung will ich die gröſste Ladung im Felde nennen, und man muß ſich ihrer nicht eher bedienen, als wenn es die höchſte Noth erfordert. Hingegen darf die Ladung niemals unter einem Viertel von dem Gewicht der Kugel ſeyn. Dieſe Ladung ſoll die kleinſte Ladung im Felde heiſſen. Endlich muß die gewöhnliche Ladung bey Belagerungen ohngefähr $\frac{1}{3}$ oder $\frac{3}{8}$ von dem Gewichte der Kugel betragen.

Zu den Canons von einem kleinern Caliber kann man nach Befinden eine halb oder drey viertel Kugel ſchwere Ladung nehmen. Dabey muß man einmal vor allemal ſo wohl als bey den 16 und 32pfündigen Canons drauf halten, daß der Vorſchlag auf der Ladung deſto ſtärker angeſetzt werde, je ſtärker dieſelbe iſt, damit man mit der ſtärkern Ladung auch den Endzweck, den man ſich vorſetzt, nemlich eine gröſſere Würkung, erhalte.

erhalte. Man kann den Vorſchlag ohne Gefahr ſtark genug anſetzen, doch muß man ſich in Acht nehmen, daß man das Pulver nicht zerknirſcht, und dadurch die Pulverkör-ner ſo in einander drängt, daß die Flamme kaum im Stande iſt durch die Zwiſchen-Räumchen zu dringen, welches doch zur ſchnellern Entzündung des Pulvers höchſt nothwendig iſt.

Die Ladung zu den Canons, mit denen man von den Ricochet Batterien feuert, oder glüende Kugeln ſchießt, pflegt in Ab-ſicht auf den Calieber derſelben, gemeinig-lich ſehr ſchwach zu ſeyn. Bey einer Be-lagerung beſtimmt man ſie gleich auf der Batterie, indem man dabey ſein Augen-merk hauptſächlich auf die Entfernung, richtet, welche zwiſchen der Batterie und dem Gegenſtand iſt, den man treffen will. Die Ladung zu dem leichten Geſchütz, wel-ches man bey der Armee mit ſich führet,

um

um ſich deſſelben in Gefechten und Feld-ſchlachten, oder bey dem Angrif und Ver-theidigung verſchanzter Poſten und andern Vorfällen zu bedienen, iſt gemeiniglich zwi-ſchen ein viertel und drey achtel von dem Gewicht der Kugel, nachdem der Ca-lieber und die Dicke des Canons be-ſchaffen ſind.

§. 110. Indem wir die Gränzen ausge-macht haben, zwiſchen denen die Ladungen liegen, ſo haben wir zwar nur unſre Abſicht auf die Canons gerichtet, indeſſen iſt kein Zweifel, daß man nicht auch vor die Mor-tiers dieſelben ſolte ausfündig machen kön-nen, wenn man die Beſchaffenheit des Pul-vers und die Figur der Kammer dabey zu Rathe zieht.

Die Mortiers, die heut zu Tage im Gebrauch ſind, und gemeiniglich ſolche Kammern haben, welche nach der Mün-dung zu enger ſind als in der Mitten, wie

die

die kugelförmige, elliptiſche, paraboliſche und birnförmige Kammern zu ſeyn pflegen, werfen gemeiniglich am weiteſten, wenn die Kammer ganz voll geladen wird, und die Ladung aus ordinair Pulver beſteht. Alsdenn aber muß man den Hebeſpiegel feſt auf das Pulver ſetzen, und die Bombe überall mit durchgeſiebter oder lockerer Erde verdammen. Hieraus iſt offenbar, daß man in dieſem Falle die Gränzen der Ladung nicht weiter ausdehnen kann.

Außerdem leiden dieſe Mortier bey dem Abfeuern einen gewaltigen Stoß, wenn die Kammer nicht voll geladen wird, und dahero bekommt man alsdenn ſelten einen guten Wurf. Wenn man alſo nach einem beſtimmten Punkt werfen ſoll, ſo muß man ſich einer ſolchen Ladung bedienen, welche die ganze Kammer ausfüllt, und die gewiß im Stande iſt, die Bombe ſo weit zu treiben,

ben, und in jedem beſondern Fall den Mortier in dem gehörigen Grad eleviren.

§. 111. Wir wollen dieſes Kapitel mit einer Anzeige von einigen beſondern Verſuchen beſchlieſſen, welche man anſtellen kann, um zu beſtimmen, in wie weit die Weite des Zündlochs auf die Gewalt, mit der die Kugel fortgetrieben wird, einen Einfluß hat.

Man nehme einen Flintenlauf, deſſen Seele 20 Zoll lang, und der Diameter derſelben 5 Lienien oder 60 Scrupel iſt. An der Axe der Schwanzſchraube mache man ein Loch, deſſen Diameter 35 Scrupel, und welches mit Schraubengängen verſehen iſt, damit man darin eine andre Schraube befeſtigen kann, welche kürzer iſt als die Schwanzſchraube. Dieſe kurze Schraube dienet dazu, um an dem einen Ende derſelben, welches in die Schwanzſchraube gehet, ein kleines Stück glühend Eiſen zu befeſti=

ſeſtigen, mit dem man das Pulver in dem Lauf anzůndet. An dem andern Ende dieſer Schraube befeſtige man einen Handgrif, durch Hůlfe deſſen man die Schraube ſelbſt geſchwinde herum drehen kann, und die unterdeſſen, daß man ſie in der Schwanzſchraube befeſtiget, das Pulver in dem Lauf mit dem glůhenden Eiſen berůhret, und es in Brand ſetzet.

An dem Ort, wo gemeiniglich das Zůndloch angebracht wird, bohre man ein rundes Loch mit Schraubengången, deſſen Diameter 35 Scrupel, in den man drey verſchiedene Schrauben, eine nach die andere, befeſtigen kann. Durch die eine Schraube verſchlieſt man das Loch vóllig, ſo daß das entzůndete Pulver blos durch die Můndung einen Ausgang findet. Die zweite Schraube hat in ihrer Axe ein rundes Loch, deſſen Diameter 9 Scrupel iſt, durch welches alſo die flůßige Materie, die ſich in dem

dem Lauf entwickelt, zum Theil heraus gehen kann. In der Axe der dritten Schraube befindet ſich ein Loch, deſſen Diameter 16 Scrupel.

Nachdem man auf die vorhin beſchriebene Art, den Lauf und die Schrauben gehörig zubereitet hatte, wurden einige Verſuche gemacht. Zur Ladung nahm man beſtändig 9 Denar fein Pulver, und ſchoß damit eine Kugel, welche 23½ Denar wog, und deren Diameter 59 Scrupel war. Das Pulver füllte man in Patronen, und ſetzte einen Propf auf das Pulver und einen andern auf die Kugel und ließ dieſelbe von einem und eben demſelben Menſchen allezeit ſo viel möglich, gleichſtark anſetzen.

Man verſchloß hierauf den Lauf mit der Schraube, welche kein Loch hatte, ſo, daß das Pulver alles zur Mündung heraus muſte, und that einen Schuß. Nachdem dieſer geſchehen, ſchoß man eben dieſen

Lauf wieder mit der zweiten Schraube los, in der ein Loch von 9'''' im Diameter war. Den dritten Schuß that man mit der Schraube, welche ein Loch von 16'''' im Diameter hatte. Und endlich ſchoß man den Lauf los ohne eine Schraube in dem Loch, deſſen Diameter 35'''' war, zu ſetzen. Dieſe Ladungen wurden allezeit mit dem glühenden Eiſen angezündet, welches an dem Ende der kurzen Schraube, welche in die Schwanzſchraube gieng, befeſtigt war. Die Kugeln wurden gegen ein hölzernes Brett geſchoſſen, welches drey Fuß von der Mündung des Laufs entfernt war. Folgendes Täfelchen zeigt, wie tief die Kugeln unter 24 Schüſſen in das Brett hereingedrungen.

		Tiefen, auf welche die Kugel im Brett hereingedrungen.
bey den Schüſſen	ohne Zündloch =	44 Lienien
	mit dem Zündloch zu 9''''	54 —
	mit dem Zündloch zu 16''''	45 —
	mit dem Zündloch zu 35''''	28 —

Aus dem Erfolg dieſer Verſuche kann man abnehmen, daß, wenn kein Zündloch da iſt, ſich entweder weniger Pulver entzündet, oder daß das ſchon entzündete nicht ſo geſchwinde völlig verzehrt wird. Schießt man im Gegentheil den Lauf los, indem man das groſſe Loch offen läßt, und ſpannt in der Entfernung von einem Fuß dieſem Loche gerade gegen über einen Bogen Papier aus, ſo wird man nach dem Schuß darinnen eine Menge kleiner Löcher gewahr werden, welche von den Pulverkörnern herrühren; die mit Gewalt aus dem Zündloch geworfen worden. Wenn die Infanterie im Felde als in Feldſchlachten, zum kleinen Gewehrfeuer kommt, ſo geſchiehet es öfters, daß den Soldaten Pulverkörner ins Geſichte fliegen, und ſie dadurch beſchädigt werden. Dieſe werden von der Heftigkeit der Flamme aus dem Zündloch des Gewehres geworfen, welches

der Nebenmann linker Hand abfeuert; ohngeachtet man gemeiniglich ohne allen Grund glaubet, daß dieſe Pulverkörner blos mit dem Flintenſtein von der Pfanne geworfen werden.

Ende des erſten Theils.

Zweyter Theil.

Von
der Kraft des Pulvers.

§. 112.

Aus der im erſten Theil angeſtellten Unterſuchung des Pulvers, erhellet offenbar, daß die Würkungen, welche daßelbe, vermöge ſeiner Haupteigenſchaften, hervorbringt, vielen Veränderungen, ja ſelbſt alsdenn unterworfen ſind, wenn man dieſelben beobachten und durch Verſuche, die mit der größten Vorſichtigkeit und einem unermüdeten Fleiß angeſtellt werden, kennen lernen will. Es iſt alſo leicht zu erachten, daß dieſe Würkungen um deſto verſchiedener und mannigfaltiger ſeyn werden, je weniger es möglich iſt, bey den im Kriege vorkommenden Gelegenheiten, wo man Gebrauch von eben der Art Pulver macht, mit einer gleichen Vorſicht zu verfahren, zu geſchweigen, daß die Maſchienen nicht allezeit mit der gehörigen Sorgfalt verfertiget ſind.

Wenn man die Begebenheiten in der Natur und ihre Würkungen aus irgend einem Theile der phyſiſch-mechaniſchen Wiſſenſchaften erklären will, ſo wird man niemals eine Aufgabe von dieſer Art in der größten Schärfe auflöſen, und ſie völlig beſtimmen können. Alles, was in unſerer Gewalt ſtehet, iſt, daß wir uns bemühen, die Gränzen ausfündig zu machen, zwiſchen welche die Auflöſung eingeſchloſſen iſt, und die gemeiniglich nahe oder weit von einander liegen, nachdem das Phänomenon von mehr oder weniger Urſachen abhängt. Wenn man alſo die Würkungen des Pulvers, welches bey verſchiedenen Gelegenheiten im Kriege in Brand geſetzt wird, beſtimmen will, ſo kann dieſes ebenfals nicht mit der größten Schärfe geſchehn; indeſſen ſind alle die Aufgaben, welche dabey vorkommen, und ſich nach verſchiedenen Umſtänden, die weder beſtändig, noch in einerley Verhältniß einander gleich ſind,

richten, in gewiſſen Gränzen eingeſchloſſen und die Kenntniß derſelben kann in beſondern Fällen mit groſſem Nutzen angewendet werden.

Es geſchiehet auch nicht ſelten, daß man in der Artillerie gewiſſe blos praktiſche Ausſichten hat, welche verurſachen, daß man von den Vortheilen, welche man durch die Theorie erhalten könte, etwas nachlaſſen muß. In dergleichen Fällen muß man die Aufgabe mit allem Fleiß und ſehr genau durchgehen, um alle Umſtände, welche dabey vorfallen können, zu entdecken, und alsdenn einen jeden beſonders in Erwegung ziehen, damit man die Theorie mit der Praxin auf die vortheilhafteſte Art verbinden kann. Durch die Betrachtungen, welche wir in der Folge noch über verſchiedene Materien anſtellen werden, wird man überzeugt werden, daß es höchſt nothwendig iſt, die Theorie mit der Praxin auf eine vernünftige und kluge Art zu verbinden.

§. 113. Nach dieſer vorläufigen Erinnerung, will ich zur genauern Unterſuchung der Gewalt des Pulvers fortſchreiten. Wir haben oben geſehen, daß die Entzündung der Pulverkörner und ihre völlige Auflöſung durch die Flamme allzeit nur nach und nach und in verſchiedenen Zeiten, nachdem die innere Güte des Pulvers, die Größe der Körner, und viele andere Umſtände, die ich ſchon angezeigt habe, beſchaffen ſind, vor ſich gehet; und daß die Gewalt des Pulvers gröſtentheils von der fortdauernden flüßigen Materie herkommt, welche die Flamme aus ihren Behältniſſen befreyt, und deren Elaſticität durch die Gegenwart des Feuers ſehr vermehrt wird. Hieraus folgt, daß gleich von der erſten Entzündung bis zu dem Zeitpunkt, da alles Pulver durch das Feuer aufgerieben worden, ſich die Urſachen, welche die Kraft des Pulvers hervorbringen, immer mehr und mehr häufen,

und

und dieſe Kraft, ſo bald die Hitze abnimmt, welches nach geendigtem Brande, bald geſchieht, der bloßen Elaſticität, der flüßigen fortdauernden Materie immer näher kommt. Bey dieſer Erſcheinung wird man indeſſen gewahr, daß die Kraft, welche erzeugt wird, ein gewiſſes Ziel nicht überſteigen kann, und dieſes beſteht ſo zu ſagen, in einen gewiſſen Punkt, einen gewiſſen Augenblick der Entzündung, welcher ſich ſelbſt bey eben demſelben Pulver verſchiedentlich offenbahret, wenn entweder das Pulver in einem unveränderlichen und verſchloſſenen Ort angezündet wird, oder wenn die mit Feuer angefüllte flüßige Materie ungehindert ausbrechen kann, oder bey ihrer Ausdehnung einen Wiederſtand antrift, oder die Dünſte in der Atmoſphäre verſchieden ſind. Da man nun kein allgemeines und beſtändiges Geſetz hat, welches bey dieſer Erſcheinung zu ſtatten käme, ſo muß man mit einer ſolchen Regel zufrieden ſeyn,

durch

durch die man in beſondern Fällen, dieſes Ziel, welches die Kraft erreichen kann, beſtimmen kann; damit, wenn man die Gränzen dieſer großen Gewalt in gewiſſen beſtimmten Umſtänden kennet, man im Stande ſey, dieſelben ſo vortheilhaft als möglich, bey vorfallenden Gelegenheiten im Kriege anzuwenden.

Um aber die Schwürigkeiten, welche ſich bey dieſer Unterſuchung zeigen, vor Augen zu legen, und die Zeit nicht mit lächerlichen Hypotheſen zu verderben; ſo wollen wir erſtlich die Kraft des Pulvers in dem einfachſten Zuſtande betrachten, den man haben kann, nnd blos die Elaſticität der fortdauernden flüßigen Materie meſſen, wenn ſie mit der Luft einerley Grad der Wärme hat. Nachgehends wollen wir die Kraft des Pulvers auch in einem zuſammengeſetztern Zuſtande, neulich während der Flamme, unterſuchen.

Erſtes

Erſtes Capitel.

Worin gezeigt wird, wie man die Dichtigkeit und Elaſticität der flüßigen Materie, welche aus dem Pulver erzeugt worden, meſſen muß, wenn dieſelbe mit der Luft einerley Grad der Wärme hat.

§. 114.

Wenn man die Elaſticität der flüßigen fortdauernden Materie beſtimmen will, ſo wird dazu erfordert, daß man das Pulver, indem es brennet, und nachdem es durch die Flamme aufgelöſet worden, feſte verſchloſſen hält. Wenn wir nun den Druck, den dieſe flüßige Materie ausübt, feſtſetzen wollen, ſo finden ſich dabey viele Schwürigkeiten. Denn, da man den Grad der Wärme, welcher in dem Behältniß zurückbleibt, worin man das Pulver angezündet, und der die Elaſticität der flüßigen Materie zu gleicher Zeit vermehret, nicht beſtimmen

kann

kann, ſo ſiehet man wohl, daß man keinen beſtimmten Punkt hat, von dem man den Druck anrechnen könnte. Wolte man ſo lange warten, bis dieſe flüßige Materie mit der äußerlichen Luft einerley Wärme bekommen, und alsdenn den Druck derſelben meſſen, ſo kann dieſes auch nicht in der größten Schärfe geſchehen, weil die ſchwefſlichten Dünſte gleich nach der Entzündung etwas von dieſer flüßigen Materie an ſich ziehen, und ſo zu ſagen, plötzlich verzehren. Es iſt alſo nicht ſo leicht, die Gewalt dieſer flüßigen Materie ganz genau zu beſtimmen, ſondern man muß mit einer ſo genauen Näherung, als möglich, zu frieden ſeyn. Um nun dieſe Näherung ſo genau zu bekommen, als es angehen will, iſt die Maſchiene erfunden worden, welche in der 6ten Figur vorgeſtellt wird. Durch Hülfe derſelben läßt ſich die flüßige Materie, ſo bald der Brand aufgehöret, von dem ſchweflichten Dampfe und den gröbern Theilen,

welche

welche übrig bleiben, abſondern, und die Hitze wird gleich auf einen weit geringern Grad herunter geſetzt.

AABB iſt ein meßingner Würfel, der auf zweyen Seiten zylindriſch, doch aber ſo ausgehölt iſt, daß der Boden der Aushölung ein Theil von einer Kugel iſt. In einer jeden von dieſen Aushölungen ſind die Schraubengänge AA, BB. In der Mutter AA kommt die Schraube EE eines andern meßingenen Zylinders EDDE, welcher inwendig hohl iſt. FGL ſind küpferne Gefäße von verſchiedenem Inhalt, und mit einer Schraube FF verſehen, welche ſich in der Mutter BB paſſen muß. Fig. 6

HGH iſt ein kleiner meßingner Zylinder, welcher durch Hülfe der Schrauben HH an dem Würfel AB befeſtiget wird. In dieſem kleinen Zylinder befindet ſich ein Schieber K, der ſich genau darinnen paßet, und vermittelſt der Schraube I nahe oder weit von die Löcher o, p gebracht werden

kann,

kann, um die Röhren oo, pp welche die Gemeinſchaft zwiſchen die obere Höhlung AA und die untere BB unterhalten, auf- und zu zu ſchließen. MNNM iſt ein Parrallellepipedum, ebenfals von Meßing, welches mit die Schraube MM an den Würfel AB dergeſtalt befeſtigt wird, daß ſich die Röhre qq in demſelben genau an die Röhre rr in den Würfel AB paßet.

SS iſt ein anderes meßingnes Parallellepipedum, welches inwendig zylindriſch ausgehölet, und zwey Oefnungen tt hat, die man mit einer gläſernen Flaſche zumacht, in welcher man eine flüßige Materie gießt, dergeſtalt, daß man die Oberfläche derſelben && durch das Glas ſehen kann. Oben an dem Parrallelepipedo iſt ein Loch R, welches durch daßelbe bis an die Flaſche gehet.

VW iſt eine lange gläſerne Röhre, die an beyden Seiten offen, und an einem ſchmalen meßingnen Brete befeſtiget iſt, welche man nach einem angenommenen

Maßſtabe

Maſtabe von Lienie zu Lienie, oder ſonſt nach Gefallen nach Art der Barometer theilet. Dieſes Brett muß an das Parrallelepipedum SRS gut befeſtiget werden.

yy iſt eine Schraube, welche in dem Boden SS des Parrallelepipedi SRS hereingehet, und vermittelſt welcher man die Oberfläche && der flüßigen Materie höher oder niedriger bringen kann. Dieſes Parrallelepipedum SRS bringt man in den eiſernen Bügel 2, 3, welcher durch die Schrauben 4, 4, an das Parrallelepipedum MNNM befeſtigt iſt. Dnrch Hülfe der Schraube 16 hält man die Oberfläche RS des Parallelepipedi SRS an die Oberfläche NN des Parrallelepipedi MNNM, dergeſtalt feſte, daß das Loch R genau an das Loch q komme.

10, 12, 10, iſt ein Zylinder durchaus von Meßing, und bey 12 eine kleine Vertiefung, in der man das Pulver, welches man bey dem Verſuch anzünden will,

 ſchüttet

ſchüttet. Dieſen Zylinder ſchiebt man in den Zylinder EDDE dergeſtalt, daß die Baſe 10, 10, auf den Abſatz 11, 11, in der Höhluug AA zu ſtehen kommt. Der Diameter 17, 17 des Zylinders 10, 12, 10 muß ohngefehr eine Lienie kürzer ſeyn als 18, 18 der Diameter der innern Höhlung des Zylinders EEDD.

5, 7, 9 iſt ein Stück Eiſen mit einer Schraube, welches ſich in die Mutter DD paßen muß. Durch dieſes Eiſen gehet eine mit Schraubengänge verſehene Röhre 5, 9, in der man auf der Seite 5 die Schraube 8, 6, 8, ſchrauben kann.

Damit man den Verſuch mit Bequemlichkeit anſtellen, und die Gefäße F G L leicht wegnehmen und wieder anſchrauben kann, ſo befeſtigt man den Würfel AB an einen metallenen Bügel TT, der in Form eines Hufeiſens, und ſo hoch als es nöthig zu ſeyn ſcheint, gemacht wird. Hernach befeſtigt man denſelben durch Hülfe der

Schrau=

Schrauben m, m an einen Tiſch oder einer hölzernen Bank.

§. 115. Wenn man ſich dieſer Maſchiene bedienen will, ſo befeſtige man erſtlich das Parrallelepipedum SRS mit der Oberfläche RS an der Seite NN des Parrallelepipedi MNNM und eines von den Gefäßen FGL in der Mutter BB, den Zylinder 10, 12, 10 ſetze man auf den Abſatz 11, 11, ſchütte daß Pulver, welches man anzünden will, in der Vertiefung 12, und ſchraube den Zylinder EDDE in die Mutter AA. An dem Ende 9 des Stücke Eiſens 5, 7, 9 ſchiebe man ein dünnes hölzernes Plätchen in der Röhre 5, 9 und indem man dieſes Stück Eiſen in die Mutter DD gebracht, laſſe man in die Röhre 5, 9, ein kleines eiſernes Kügelchen fallen, welches man recht glühend gemacht hat. Das bleyerne Plätchen bey 9 verhindert, daß das Kügelchen nicht durchfallen kann. Alsdenn bringe man die Schraube 8, 6, 8, auf das ge-

 ſchwin-

ſchwindeſte in die Mutter 5, 9, und ſchraube ſie vermittelſt dem Grif 13, 13, ſo feſte zu als möglich. Die Oberfläche 8, 8 wird alsdenn dichte an die Fläche 14, 14 gepreſt, und drückt auf die glühende eiſerne Kugel ſo ſtark, daß ſie bey dem Loch 9 heraus und auf das Pulver in 12 fällt. Dieſes wird alsdenn in dem Augenblick angezündet, da das Loch 5, 9 ſchon feſte zugeſchloſſen iſt. Wenn das Pulver verbrannt iſt, ſo mache man das Loch o o vermittelſt dem Schieber K offen, indem man denſelben durch Hülfe der Schraube I zurücke zieht. Die flüßige Materie, welche aus dem Pulver erzeugt worden, dringt alsdenn ſogleich durch die Röhren o o und p p in die untere Höhlung B L B, und von da durch die Röhren r r, q q und das Loch R in die gläſerne Flaſche. So bald die Oberfläche des Waſſers & & den Druck dieſer flüßigen Materie empfindet, ſteigt das Waſſer in die Röhre U W in die Höhe, und bleibt nach

etlichen

etlichen Oſcillationen in der Röhre mehr oder weniger höher ſtehen, nachdem mehr oder weniger Pulver angezündet worden.

§. 116. Wenn man die Höhe anzeichnet, auf welcher das Waſſer gleich nach den etlichen Oſcillationen ſtehen geblieben, und läßt die Maſchiene unverrückt ſtehen, und zeichnet hernach wieder an, wie hoch das Waſſer nach Verfließung gleicher Zeiten ſtehet, ſo wird man gewahr werden, daß das Waſſer in jedem Zeitraum herab ſinket, in dem zweiten Zeitraum aber weniger als in dem erſten, und in dem dritten wieder weniger als in dem zweiten, und ſo weiter, bis es endlich ſo wenig herabfällt, daß man es kaum merken kann, ausgenommen, wenn man eine gute Zeit verſtreichen läſſet. Nach Verlauf von 24 Stunden bleibt das Waſſer ſtehen, und verändert ſeinen Stand, wie die Thermometer, blos nach Beſchaffenheit der Wärme. Dieſes Fallen

des Waſſers kommt daher, weil der ſchwef-lichte Dampf und die gröbern Theile, wel-che von dem Pulver übrig bleiben, etwas von der elaſtiſchen Materie verzehren, wel-ches gleich nach der Entzündung häufig ge-ſchieht, bis es endlich gar aufhört, wie wir ſchon geſehen haben. Wenn man nun die Höhe des Waſſers, wenn es ſich völlig ge-ſetzet, aufzeichnet, und den Unterſchied zwi-ſchen dieſer und derjenigen Höhe nimmt, auf der es ſtand, nachdem es ſich nicht mehr auf- und niederbewegte, ſo verhält ſich die-ſer Unterſchied zu der erſten Höhe, wie der Theil der elaſtiſchen Materie, welcher von dem Dampf verzehret worden, zu der gan-zen Quantität der elaſtiſchen Materie, wel-che durch den Verſuch erzeugt worden.

Wenn man nun den Schieber K vor-ſchiebt, ſo bald das Waſſer aufhört auf- und nieder zu ſteigen, und dadurch die Gemein-ſchaft zwiſchen dem obern und untern Be-hältniß aufhebt, ſo bleibt das Waſſer den

Augen-

Augenblick ſtehen, und verändert ſeine Höhe in der Röhre nicht eher, als bis ſich die Wärme in der Atmoſphäre ändert. Zieht man hingegen nach Verfließung einiger Zeit den Schieber wieder zurück, und verurſacht dadurch, daß das untere und obere Behältniß wieder eine Gemeinſchaft mit einander bekommen, ſo fällt das Waſſer gleich wieder in die Röhre; denn die flüßige elaſtiſche Materie dringt aus dem untern Behältniß in das obere, weil ein Theil derſelben von dem ſchweflichten Dampfe und den gröbern zurückgebliebenen Theilen verzehret worden.

§. 117. Ehe wir weiter gehen, und zeigen, wie man durch Hülfe dieſer Maſchiene die Dichtigkeit und Elaſticität der flüſſigen Materie, welche aus den Salpeter erzeugt wird, beſtimmen muß, müſſen wir noch einige phyſikaliſche Anmerkungen über einige Stücke machen, welche in der Maſchiene vorgehen, und genauere Gründe

 anfüh-

anführen, warum ſie auf dieſe Art eingerichtet worden.

Wenn man, nachdem das Pulver völlig von der Flamme verzehrt worden, ſo lange wartet, bis die Hitze ſich völlig verlohren, und alsdenn den Zylinder EDE wegnimmt, ſo wird man finden, daß, wenn der Theil des angezündeten Pulvers $\frac{1}{500}$ von demjenigen iſt, welches das ganze obere Behältniß ausfüllen würde, ſich der Rauch und die gröbere zurückgebliebene Theile inwendig an der oberſten Fläche DD. des Zylinders EDE, und an dem obern Theil 12 des andern dichten Zylinders 10, 12, 10 geſetzet, und daß dieſer Zylinder ohngefehr von oben nach unten zu um $\frac{1}{3}$ von ſeiner ganzen Länge von der Flamme angelaufen, ſich aber keine Spur von Dampf oder Feuer an dem Boden A, 10, A zeiget. Schraubt man das Gefäß FGL ab, ſo findet man darinnen nicht das geringſte Merkmahl vom Dampf oder Feuer. Hieraus folgt alſo offen-

offenbar, daß, wenn man vermittelſt den Schieber K die Gemeinſchaft zwiſchen dem obern nnd untern Behältniß frey macht, die flüßige elaſtiſche Materie aus dem einen in das andere geht, ohne daß ſich der Rauch merklich mit derſelben vermiſcht. Eben dieſes beweißt auch, daß, wenn dieſe Gemeinſchaft offen iſt, das Fallen des Waſſers in der Röhre VW, und der feſte Stand deſſelben, wenn die Gemeinſchaft verſchloſſen iſt, blos davon herrühret, daß ein Theil der flüßigen Materie von dem Dampfe und den gröbern Theilen verzehret worden. Man ſiehet alſo ganz deutlich daß man dieſe beyde Behältniſſe auf die vorhin beſchriebene oder auf eine andre gleichgültige Art verbinden muß. Verbrennt man an ſtatt $\frac{1}{500}$ nur $\frac{1}{250}$ von dem Pulver, welches das ganze obere Behältniß ausfüllen würde, ſo wird eben dieſes nur mit dem Unterſchiede erfolgen, daß ſich die Würkungen des Feuers und des Dampfes

mehr nach unten zu gegen den Abſatz 11, 10, 11 zeigen, ohne daß der Dampf in die kleine Röhre o o herein dringt. Nimmt man aber eine ziemliche Quantität Pulver zu dem Verſuch, ſo dringt ein Theil des Dampfes mit der flüßigen Materie zugleich in das untere Behältniß, ſo bald man die Gemeinſchaft zwiſchen den beyden Behältniſſen aufmacht, folglich wird auch ein Theil dieſer Materie vom Dampfe verzehret, und der Druck dieſer flüßigen Materie auf der Oberfläche des Waſſers in dem Glaſe S R S iſt nicht mehr ſo ſtark als er billig ſeyn ſolte.

Um aber die Würkung der Wärme in der flüßigen Materie ſo ſehr als möglich zu vermindern, und zugleich zu verhindern, daß der Dampf nicht aus dem obern in das untere Behältniß dringen kann, bedienet man ſich des Zyilnders 10, 12, 10. Denn

1) wenn man das Pulver, anſtatt es in der Vertiefung 12 des gedachten Zylinders anzuzünden, am Boden der

Hölung

Hölung A, 11, A anzündete, ſo könte leicht ein Theil des Dampfes und der gröbern Theile in der kleinen Röhre oo und in das untere Behältnis dringen, welches nicht allein etwas von der flüßigen Materie verzehren, ſondern auch den Schieber K um die Gemeinſchaft zwiſchen den beyden Behältniſſen zu verſchlieſſen, unbrauchbar machen würde.

2) Durch eben dieſen Zylinder 10, 12, 10 wird die innere Oberfläche des obern Behätniſſes gröſſer; weil alſo das Feuer eine größere Anzahl phyſikaliſcher Punkte antrift, und ſich auch über eine größere Quantität Materie ausbreitet, ſo iſt der Grad des Feuers, ſo bald das Pulver völlig verzehrt, gleich weit geringer, als wenn der Zylinder 10, 12, 10 nicht angebracht wird, wie ſolches im erſten Theil im erſten Capitel bewieſen worden.

3) Iſt

3) Iſt die Hitze, welche aus dem entzün-
deten Pulver und dem glühenden Ei-
ſen entſteht, gewiſſer Maßen blos in
der Vertiefung 12, D. zuſammen. Da
ſie alſo nur einen Theil der flüßigen
elaſtiſchen Materie und der natürlichen
Luft, welche in dem Behältniß iſt, er-
hitzet, ſo folget, daß in dieſem Falle
die Elaſticität weit weniger von dieſer
Hitze vermehrt wird, als wenn ſich die
Hitze über alle die erzeugte elaſtiſche
Materie, und die natürliche Luft in
dem Behältniß ausbreiten könte.

Ohngeachtet ſich dieſer Satz durch der angeführten Theorie vom Feuer, beſtätigen läßt, ſo kann man denſelben doch auch durch dieſe Maſchiene beweiſen. In dieſer Abſicht vereinige man alle Theile dieſer Maſchiene, ſchütte aber kein Pulver in die Vertiefung 12, und nachdem man die Gemeinſchaft zwiſchen dem obern und untern Behältniß offen gelaſſen, laſſe man die glühende Kugel

in 12, eben ſo, als wenn man das Pulver entzünden wolte (§. 115.) herabfallen; ſo wird man gewahr werden, daß, weil dadurch die Luft in dem Behältniß ausgedehnet wird, das Waſſer in der Röhre ſteiget. Dieſe Höhe des Waſſers merke man, und nehme den inwendigen Zylinder 10, 12, 10 weg, damit bey dem folgenden Verſuch die Kugel bis auf dem Boden A, 11, A fallen kann. Wenn man nun eben ſo, wie vorhin, ohne Pulver den Verſuch anſtellt, ſo wird man finden, daß die glühende Kugel die ganze Luftſäule in dem Behältniß ADA währendem Fallen dergeſtalt erhitzet und ausdehnet, daß das Waſſer in der Röhre 15 bis 20 mahl höher ſteiget als in dem erſten Fall, aber bald wieder fällt, und ohngefehr zwey bis dreymahl höher ſtehen bleibet, als nach dem erſten Verſuch.

§. 118. Nachdem wir alſo die Einrichtung der ganzen Maſchiene und die Urſachen angezeiget, warum ſie dergeſtalt verfertiget

worden

worden, auch zu gleicher Zeit die phyſikaliſche Würkungen, welche in derſelben erfolgen, wenn das Pulver entzündet worden, gehörig einzuſehen gelernt haben; ſo wollen wir, ehe wir weiter gehen und zeigen, wie man die Dichtigkeit und Elaſticität der flüßigen Materie meſſen muß, vorhero die ganze Maſchiene genau unterſuchen, um zu ſehen, ob alle Theile derſelben dergeſtalt mit einander verbunden ſind, daß die flüßige elaſtiſche Materie, welche in derſelben eingeſchloſſen iſt, an keinem Ort heraus kommen kann. In dieſer Abſicht verdickt man die Luft etwas in der Maſchiene und läßt dieſelbe einige Minuten in dieſem Zuſtande, um zu ſehen, ob ſich das Waſſer in der Röhre blos nach den Veränderungen eines Thermometers bewegt, welches ſich nicht weit von der Maſchiene befindet.

Ferner muß man beſtimmen, wie viel die Quantität des Salpeters wiegen würde, wenn damit das ganze obere Behältniß bis an

an den Schieber K, wenn derſelbe die Löcher ſchließt, und das ganze untere Behältniß von dem Schieber K bis auf die Oberfläche & & des Waſſers in dem Glaſe, zuſammengenommen, wiegen würde. Dieſes Gewicht findet man, wenn man das Gewicht des Waſſers beſtimmt, welches alle dieſe Behältniſſe ausfüllen würde, und welches in meiner Maſchiene 16580 Gran iſt. Da ſich nun die beſondere Schwere des Waſſers zur beſondern Schwere des Salpeters wie 10 zu 19 verhält, ſo iſt $\frac{19. \times 16580}{10}$ oder 19. x 1658 Gran das Gewicht des Salpeters, welcher einen eben ſo großen Raum einnehmen würde, als alle dieſe Behältniſſe zuſammengenommen.

§. 119. Nachdem dieſe Dinge ausgemacht worden, und man will zu den Verſuchen ſchreiten, ſo muß man wenig Pulver nehmen, damit nicht viel Dampf aus dem obern in das untere Behältniß dringen kann.

kann. Hierauf ſetzt man die Theile der Maſchiene gehörig zuſammen, ſchließt die Gemeinſchaft zwiſchen die beyde Behältniſſe zu, ſchüttet das Pulver in 12, und läßt alsdenn die glühende Kugel in die Röhre 5, 9 fallen, welche alsdenn auf dem bleyernen Plätchen liegen bleibt. Wenn dieſes geſchehen, ſo nimmt man geſchwinde die Schraube 8, 6, 8, drehet den Grif 13, 13 auf das geſchwindeſte herum, damit die Röhre 5, 9 auf das genaueſte verſchloſſen werde, die Kugel falle, und das Pulver entzünde. Hierauf macht man die Gemeinſchaft zwiſchen den beyden Behältniſſen offen, und verſchließt dieſelbe wieder ſo bald das Waſſer in der Röhre aufhöret, Bewegungen zu machen. Weil aber durch das Aufſteigen des Waſſers in der Röhre die Oberfläche & & deſſelben in dem Glaſe gefallen, ſo drehe man die Schraube y y herum, damit das Waſſer wieder ſteige, und eben wieder ſo hoch in dem Glaſe S R S zu ſtehen

ſtehen komme als vorhero, und alſo das unterſte Behältniß unveränderlich bleibe. Alsdenn merke man ſich die Höhe des Waſſers in der Röhre VW. indem man ſolche von der Oberfläche && an rechnet, und ziehe von dieſer Höhe den Theil ab, um welchen das Waſſer wegen der anziehenden Kraft des Glaſes höher geſtiegen, und dieſen letztern Theil muß man beſtimmen, ehe man den Verſuch unternimmt: denn ſo bald dieſe anziehende Kraft anfängt zu würken, ſo ſteigt das Waſſer in der Röhre gleich etwas höher als die Oberfläche &&.

Dieſen Verſuch wiederhole man auf eben die Art und mit eben der Quantität von eben der Art Pulver ſo oft, bis ein Thermometer ſtehen bleibt, welches die kleinſte Veränderungen der Wärme anzeigt, und in der Stube, worin der Verſuch vorgenommen wird, geſetzt worden, und ſchreibe jedesmahl die Höhe des Waſſers in der Röhre auf. Man muß ſich dabey

vorſehen, daß man niemals mit der Hand das unterſte Gefäß F L G oder den Zylinder E D E unmittelbar berühre, ſondern man nehme, um ſie zu bewegen, eine Serviette, die man drey- oder viermal über einander gelegt, denn das Waſſer ſteigt den Augenblick in die Röhre, wenn man das Gefäß auch nur mit einem Finger berühret.

Aus allen dieſen Höhen ſuche man die mittlere und in dieſer werden gewiſſer maſſen, die Veränderungen einander aufheben, welche von der Wärme, ſo in dem Behältniß zurückgeblieben, und dem Theil der flüßigen Materie herrühren, welche von dem Dampf und den gröbern Theilen verzehrt worden. Wenn man nun dieſe mittlere Höhe = a, und die mittlere Höhe eines Barometers, welcher mit eben dem Waſſer angefüllt iſt, welches ſich in der Flaſche befindet, = A ſetzet, ſo zeigt a : A die Verhältniß an, welche die Elaſticität der flüßigen Materie zu der Elaſticität der natürlichen Luft hat.

§. 120.

§. 120. Wenn man wenig Pulver nimmt, ſo kann es zuweilen geſchehen, daß ſich der Salpeter in den Körnern nicht mit den brennbaren Theilen in eben der Verhältniß befindet, in der derſelbe in der ganzen Maſſe des Satzes iſt, aus dem das Pulver verfertigt worden In ſolchem Falle findet ſich ein merklicher Unterſchied zwiſchen den Höhen, auf welche das Waſſer in der Röhre ſteiget. Um dergleichen Veränderungen zu vermeiden, nehme man Salpeter, Schwefel und Kohlen, und reibe jede Materie beſonders, wiege alsdenn eine gewiſſe Quantität Salpeter, und vermiſche dieſelbe mit ſo viel Schwefel und Kohlen, als erfordert werden, um den Schwefel plötzlich aufzulöſen. Man hat nicht nöthig dieſen Satz zu körnen, weil man durch dieſen Verſuch blos die Dichtigkeit und Elaſticität der flüſſigen Materie beſtimmen will, welche in dem Salpeter enthalten iſt. Die phlogiſtiſche Materie betrachtet man dabey blos als ein Mit-

 tel,

tel, welches unumgånglich erfordert wird, umdie flůßige Materie aus ſeinem Behåltniß zu befreyen, und hernachmals die Dichtigkeit und Elaſticitåt derſelben zu beſtimmen.

121. Um aber aus dem angeführten Verſuche (§. 119.) die Quantitåt der elaſtiſchen Materie zu beſtimmen, welche in dem Salpeter eingeſchloſſen iſt, kann man, weil die flůßige Materie ſich in den beyden Behåltniſſen ſtark ausgedehnet hat, die Elaſticitåt derſelben der Dichtigkeit im ſtrengſten Verſtande proportional annehmen. Der Bruch $\frac{a}{A}$ welcher die Elaſticitåt $= n$ der flůßigen Materie ausdrückt, zeigt alsdenn auch die Dichtigkeit derſelben an. Setzt man die beyde Behåltniſſe zuſammengenommen $= c = 19 \times 1658$ (§. 118.) $= 31502$ Gran, und iſt der Salpeter, der in jedem Verſuch entzůndet worden, $= f$ ſo iſt $\frac{nc}{f}$ die Dichtigkeit eben der Quantitåt

der

der flüßigen Materie, wenn ſolche in einem Behältniß = f zuſammengepreßt iſt. Es iſt aber der Raum f wegen der Materie = m, welche nicht elaſtiſch iſt, und ſich in dem Salpeter befindet, kleiner; iſt nun r m = der Raum, den dieſe Materie einnimmt, ſo iſt der Raum, den die flüßige Materie in dem Salpeter einnimmt, = f — r m, folglich druckt der Bruch $\frac{nc}{f-rm}$ die Dichtigkeit der elaſtiſchen Materie aus, wenn ſie im Salpeter eingeſchloſſen iſt.

§. 122. Diejenige Gelehrten, welche die flüßige Materie, ſo in dem Salpeter eingeſchloſſen iſt, auf das ſorgfältigſte unterſucht haben, eignen ihr mit der natürlichen Luft einerley beſondere Schwere zu. Wenn man dieſes annimmt, ſo folgt, daß, weil ſich die beſondere Schwere der Luft zur beſondern Schwere des Salpeters wie 1 zu 1520 verhält, und in dieſen beyden Behältniſſen zuſammen c das Gewicht des Salpe-

 ters

ters ſeyn würde, die Quantität der Luft, die, wenn ſie in der Maſchiene (Fig. 6.) eingeſchloſſen iſt, eben die Würkung $= n$ hervorbringt, welche die flüßige Materie $f - m$, die in dem Salpeter eingeſchloſſen iſt, hervorbringt, durch das Gewicht $\frac{nc}{1520}$ ausgedrückt werden muß. Alſo iſt $f - m = \frac{nc}{1520} D$ wenn man in dieſem Ausdruck vor die Buchſtaben, den Werth derſelben, welche in unſerm Verſuch gegeben worden, nemlich $c = 31502$; $f = 6$ Gran, $n = \frac{2}{21}$ ſetzet, ſo wird $m = 4$ Gran. Weil nun die Quantität der flüßigen Materie, welche in dem Salpeter enthalten iſt, der Quantität dieſes letztern proportional iſt (§. 57), ſo iſt $\frac{f - m}{f} = \frac{1}{3}$ der ganze Theil der flüſſigen Materie, welche ſich in der ganzen Maſſe des Salpeters befindet.

Ohnge-

Ohngeachtet nun aber die flüßige Materie mit der Luft einerley beſondere Schwere haben kann, ſo folgt doch hieraus noch nicht, daß ſie auch alle übrige Eigenſchaften der Luft haben muß, und noch viel weniger, daß dieſelbe ſelbſt reine Luft ſey. Wir haben bereits im erſten Theil durch zuverläßige und entſcheidende Verſuche bewieſen, daß das Pulver ſich deſto langſamer und ſchwerer entzünde, je dünner die Luft iſt, welche daßelbe umgiebt; zu gleicher Zeit haben wir auch gezeigt, daß wenn die flüßige Materie eine wirkliche Luft iſt, ſolche doch zur Zeit, wenn ſie ſich aus dem Salpeter entwickelt, nicht diejenige Eigenſchaft der natürlichen Luft bey ſich hat, welche zur leichtern Fortpflanzung des Feuers in den brennbaren Körpern ſo vieles beyträgt. Es hilft indeſſen zu unſern Vorhaben nichts, wenn wir auch beſtimmen könten, ob die gedachte flüßige Materie einige Zeit drauf nachdem ſich dieſelbe ſchon völlig

entwickelt, dieſe erforderliche Eigenſchaft erlanget.

123. Wenn man in der Formel $\frac{nc}{f-rm}$ (§. 121) vor c, n, f und m den Werth derſelben, welcher bekennt iſt, ſetzet und $r = \frac{12}{27}$ das iſt, wenn die Dichtigkeit der Materien, welche nicht elaſtiſch ſind, der Dichtigkeit des nitri fixi, und der angezündeten Kohlen gleich iſt, ſo iſt $\frac{nc}{f-rm} = 942$; oder die flüſſige Materie, ſo lange ſie in dem Salpeter eingeſchloſſen iſt, iſt 942 mahl dichter als diejenige, welche dem Druck der Atmoſphäre das Gleichgewicht hält.

§. 124. Wenn man die Quantität und die Dichtigkeit der flüßigen elaſtiſchen Materie weiß, welche in dem Salpeter eingeſchloſſen iſt, ſo kann man die Dichtigkeit der elaſtiſchen Materie finden, welche ſich aus einer gewiſſen Quantität Pulver, das n einem gegebenen Behältniß entzündet

wird,

wird, entwickelt: Geſetzt, G ſey die Maſſe des Salpeters, welcher das Behältniß ganz ausfüllen würde, ſo iſt $\frac{1}{3}$ G die flüßige elaſtiſche Materie, $\frac{2}{3}$ G die Materien, welche nicht elaſtiſch ſind, und $\frac{38}{81}$ G der geometriſche Raum, welchen dieſe letztern ausfüllen (§. 122), folglich iſt G — $\frac{38}{81}$ G = $\frac{43}{81}$ G der Raum, den die flüßige Materie $\frac{1}{3}$ G einnimmt.

Man nenne h + p das Pulver, welches in dem Behältniß G angezündet wird; h bedeute die Quantität der flüßigen Materie, welche in demſelben enthalten iſt, und p den Schwefel, Kohlen und das nitrum fixum zuſammengenommen; ferner ſetze man, daß der geometriſche Raum, den dieſe letztern nach der geſchehenen Entzündung einnehmen, durch qp ausgedruckt werde, ſo iſt G — qp der Raum, welchen die flüßige Materie nach der Entzündung des Pulvers einnimmt. Wäre nun die flüßige Materie, welche aus dem Pulver erzeugt worden,

 = $\frac{1}{3}$G,

$= \frac{1}{3}$ G, ſo verhält ſich die Dichtigkeit derſelben in dem Raum G — qp zur Dichtigkeit derſelben in dem Raum $\frac{43}{81}$ G wie

$$\frac{nc}{f - rm} : \frac{nc}{f - rm} \times \frac{43\,G}{81.(G - qp)}$$

$$= 942 : \frac{942 \times 43\,G}{81\,(G - qp)} = \frac{500\,G}{G - qp}$$

Nun iſt aber h die Quantität der flüßigen Materie, welche ſich aus dem Pulver entwickelt, folglich iſt $\frac{1}{3}$ G : h $= \frac{500\,G}{G - pq}$: die Dichtigkeit, welche man ſucht, dieſe iſt alſo $= \frac{1500\,h.}{G - pq}$

Um hiervon ein Beyſpiel zu geben, ſetze, man, daß der ganze Raum G mit Pulver ausgefült wäre. Aus dem Satz, welcher zu dieſem Pulver genommen wird, bekommt man p = 3 h. Wenn nun der Raum ganz dichte voll von Salpeter wäre, ſo würde G das Gewicht deſſelben ſeyn, folglich iſt $\frac{15}{18}$ G das Gewicht des Pulvers in eben dieſem Raum.

Geſetzt

Geſetzt ferner: man wüſte aus andern Verſuchen, daß $q = \frac{7}{9}$ ohngefehr wäre, ſo wird $h + p = \frac{15}{38}$ G. Wenn man nun in der vorigen Formel vor G und p, den Werth derſelben, welcher in h ausgedrückt wird, ſetzt, ſo wird

$$\frac{1500\,h}{G - qp} = \frac{1500}{\frac{152}{15} - \frac{7}{3}} = 192.$$

Das iſt, die flüßige Materie, welche in dem Raum G erzeugt worden, iſt im gegenwärtigen Fall 192 mahl dichter, als eben dieſe flüßige Materie, wenn ſie vermöge ihrer Elaſticität dem mitleren Druck der Atmoſphäre das Gleichgewicht hält.

§. 125. Wenn man ferner die Elaſticität der flüßigen Materie beſtimmen will, welche aus einer gewiſſen Quantität Pulver erzeugt worden, die in einem gewiſſen Behältniß eingeſchloſſen iſt, ſo kann man ſich dazu einer von den Formeln bedienen, welche ſich in den Phyſ. Mech. Anfangsgründen befinden, und folgende ſind:

1. 7200 nS

2. $7200 S \left(\frac{3}{2} q - \frac{3}{2} \sqrt[3]{(q \cdot (q-n)^2)}\right)$

Der erſtern kann man ſich bedienen, wenn die Dichtigkeit der flüßigen Materie, welche erzeugt worden, kleiner als 20 iſt: iſt ſie aber gröſſer als 20, ſo muß man die zweite nehmen. Im erſten Fall iſt es genug, wenn man nach §. 124. die Dichtigkeit der elaſtiſchen Materie beſtimmt, welche ſich entwickelt hat. Dieſen Werth ſetze man vor n in der erſten Formel, ſo bekommt man ein Gewicht, welches dem Drucke gleich iſt, den die flüßige elaſtiſche Materie gegen eine gegebene Fläche = S ausübet.

Im zweiten Fall ſchreibe man vor q die Zahl 942, welche die Dichtigkeit der flüßigen Materie andeutet, wenn dieſelbe im Salpeter eingeſchloſſen iſt (§. 123), und vor n eben wie vorhin den Werth der gedachten Dichtigkeit, welchen man bekommt, wenn man nach dem vorhergehenden Paragraphen verfährt: ſo bekommt man wieder ein

Gewicht,

Gewicht, welches dem Drucke gleich iſt, den die flüßige Materie vermöge ihrer Elaſticität gegen die Oberfläche = S ausübet.

In dieſen beyden Formeln und in allen übrigen, deren wir uns aus den Phyſ. Mech. Anfangsgründen in dieſer Abhandlung bedienen werden, iſt die Einheit des Längenmaaßes der Piede d'Eliprando, und die Einheit vor die Gewichte, ein Pfund. Die Länge eines einfachen Penduli, welches in Turin Secunden von der mittlern Zeit ſchlägt, iſt $\frac{31}{16}$ von dieſem Fuß. Und ein Cubick-Fuß reines Waſſers, ſo wie wir uns deſſen bey den Verſuchen bedienet, wiegt 366 Pfund $\frac{7}{8}$ Turiniſche Pfunde.

Anmerkung zum §. 125.

Der Verfaſſer führet hier zwey Formeln an, um die Elaſticität der flüßigen Materie, welche aus dem Pulver erzeugt wird, zu beſtimmen; zu gleicher Zeit weiſet er uns auf ſeine Anfangsgründe der Phyſik

und

und Mechanick zurück, wo der Beweiß davon enthalten iſt. Da dieſelbe aber noch nicht zum Vorſchein gekommen, und ich erfahren, daß ſie der Verfaſſer blos im Manuſcript liegen hat, ſo glaube ich, daß es dem teutſchen Leſer nicht unangenehm ſeyn wird, wenn er den Beweiß zu gleich hier findet.

Zu dieſem Ende ſey h die mittlere Höhe der Atmoſphäre. S die Oberfläche, auf welche dieſelbe drückt. R das Gewicht in Pfunden, welches dem Drucke der Atmoſphäre auf eine gegebene Oberfläche a gleich iſt, und die wir als 1 anſehen. Da nun der Druck der Atmoſphäre einer Luftſäule gleich iſt, deſſen Höhe die mittlere Höhe der Atmoſphäre, und die Baſis der gegebenen Baſe gleich iſt, ſo wird $R = a\,h$. Iſt nun eine andere flüßige Materie n mahl elaſtiſcher als die natürliche Luft in ihrem mitlerm Zuſtande, ſo iſt der Druck derſelben auf eine gegebene Oberfläche n mahl ſtärker als der Druck der Atmoſphäre auf eben

dieſe

dieſe Oberfläche, folglich wäre der Druck der flüßigen Materie auf die Fläche a, n × R und folglich wenn n R = Q ſo wäre Q = n h a Pfund. Nun ſey P ein Gewicht in Pfunden, welches dem Druck der flüßigen Materie auf die Fläche S gleich wäre, ſo würde Q : P = a : S. folglich $P = \frac{Q \times S}{a}$ oder $P = \frac{n R S.}{a}$ Hier iſt alſo P das Gewicht eines Zylinders Luft, deſſen Höhe der Höhe der Atmoſphäre gleich iſt.

Der Verfaſſer giebt nun an, daß 1 Cubick-Fuß Waſſer in Turin $366\frac{7}{8}$ Pfund wiegt. Er ſetzt ferner, daß der Piede Eliprando ſo eingerichtet iſt, daß die Länge des einfachen Penduli, welches in Turin 1 Secunde ſchlägt, $\frac{31}{16}$ von dieſem Fuß hält: nun ſchlägt ein Pendulum, welches 3, 16628 Rheinländiſche Fuß lang iſt, auch Secunden, es ſind alſo $\frac{31}{16}$ vom Piede Eliprando = 3, 16628 Rheinländiſche Fuß. Hieraus wird

wird alſo 1 Rheinl. Fuß $\frac{31}{16 \times 3,16628}$ vom Piede Eliprando, oder wenn E den Piede Eliprando, r den Rheinländiſchen Fuß bedeutet, ſo wird r = 0, 6119 E. Wenn man nun annimmt, daß der mittlere Druck der Atmoſphäre einer Waſſerſäule gleich iſt, deren Höhe etwas über 32 Fuß iſt, ſo wird die Höhe einer ſolchen Waſſerſäule in Turin 19, 5808 von dieſem Fuß, und ihr Gewicht 7183, 41250 Pfund. Vor dieſe Zahl hat nun der Verfaſſer 7200 als eine runde Zahl genommen. Dieſe Anzahl Pfunde iſt nun das vorhin genannte Gewicht R, und da a = 1 iſt, ſo wird P = 7200nS.

Dieſes wäre alſo die erſte Formel.

Was die zweite anbelanget, ſo muß man merken, daß, wenn q den höchſten Grad der Dichtigkeit bedeutet, auf dem die natürliche Luft gebracht werden kann, p die Elaſticität einer Luft, welche m mahl dichter iſt, als die natürliche, Herr **Euler** in dem 2ten Theil

Theil der Comment. der Academie zu Petersburg bewieſen hat, daß ſich die Elaſticität der natürlichen Luft, zu der Elaſticität einer Luft, welche n mahl dichter iſt als die natürliche, oder zu p verhält, wie $\sqrt[3]{q^2} - \sqrt[3]{(q-1)^2}$ zu $\sqrt[3]{q^2} - \sqrt[3]{(q-n)^2}$

Nimmt man nun an, daß dieſes ſeine Richtigkeit hat, ſo iſt bekannt, daß die Elaſticität der Luft durch den Druck einer Waſſerſäule ausgedruckt wird, deſſen Höhe 32 Rheinländiſche Fuß, oder durch das Gewicht R, welches in Turin, damit wir dem Verfaſſer folgen, 7200 Turiniſche Pfund. Es iſt alſo

$$7200 : p = \sqrt[3]{q^2} - \sqrt[3]{(q-1)^2} : \sqrt[3]{q^2} - \sqrt[3]{(q-n)^2}$$

folglich iſt $p = \frac{7200\,(\sqrt[3]{q^2} - \sqrt[3]{(q-n)^2})}{\sqrt[3]{q^2} - \sqrt[3]{(q-1)^2}}$

Da nun die Luft bis auf einen ſehr groſſen Grad zuſammengedruckt werden kann, und wir nehmen an, daß dieſer größte Grad der Dichtigkeit derjenige iſt, welchen die in dem

Salpeter eingeſchloſſene Luft hat, ſo wird q eine ſehr groſſe Zahl. Nun iſt beynahe $\sqrt[3]{(q-1)^2} = \sqrt[3]{q^2} - \frac{2}{3\sqrt[3]{q}} - \frac{1}{9q\sqrt{q}}$

wo man die Brüche, in deren Nenner höhere Potenzen von q vorkommen, weg läßt. Folglich iſt: $\sqrt[3]{q^2} - \sqrt[3]{q-1)^2} = \frac{2}{3\sqrt[3]{q}} + \frac{1}{9q\sqrt[3]{q}}$

Hieraus wird alſo

$$p = \frac{7200)\sqrt[3]{q^2} - \sqrt[3]{(q-n)^2})}{\frac{6}{9\sqrt[3]{q}} + \frac{1}{9q\sqrt[3]{q}}}$$

od. $p = \frac{7200 \times 9q\sqrt[3]{q}(\sqrt[3]{q^2} - \sqrt[3]{(q-n)^2})\text{Pf.}}{6q+1}$

So groß wäre alſo das Gewicht der flüßigen Materie, wenn dieſelbe mit der natürlichen Luft auf eine Oberfläche drückte, die a = 1. der Druck auf die Oberfläche S alſo iſt Sp folglich, wenn P dieſen Druck anzeiget, wird

$$P. = 7200\,S\,\frac{(9q^2 - 9q\sqrt[3]{q}(\sqrt[3]{(q-n)^2}))}{6q+1}$$

Iſt

Iſt nun q eine ſehr große Zahl, ſo kann man ſchon den Bruch $\frac{1}{9q\sqrt[3]{q}}$ weglaſſen, und alsdenn verwandelt ſich dieſe Formel in die Formel des Verfaſſers, und man bekommt

$$P = 7200\, S \times (\tfrac{3}{2} q - \tfrac{3}{2} \sqrt[3]{q}\, (q - n)^2)$$

und das Gewicht P in Pfunde, dergleichen ſich der Verfaſſer bedienet, indem er vor q die Dichtigkeit der Luft im Salpeter annimmt. Die erſte Formel des Verfaſſers iſt alsdenn zu gebrauchen, wenn man annimmt, daß die Elaſticität der Luft beſtändig ihrer Dichtigkeit proportional iſt; da es aber ausgemacht iſt, daß dieſes nicht anders ſeine Richtigkeit hat, als wenn die Luft nicht ſehr zuſammengepreßt iſt; ſo ſiehet man hieraus den Grund, warum der Verfaſſer bey groſſer Dichtigkeit die zweite Formel vorſchlägt.

Damit aber dieſe Formel vor deutſche Leſer deſto bequemer falle, ſo will ich dieſelbe in ein ſolches Maaß und Gewicht aus-

 drucken,

drucken, deſſen wir uns im gemeinen Leben bedienen. In dieſer Abſicht dürfen wir alſo nur das Gewichte beſtimmen, welches dem mitlern Drucke der Atmoſphäre gleich iſt, und welches R genennet worden. Geſetzt nun, ein Cubick-Fuß Waſſer Rheinländiſches Maaß wöge b Pfund, ſo wird das Gewicht einer Waſſerſäule, welche 32 Fuß hoch, und deren Fläche $a = 1$ Quadrat Fuß iſt, 32 b Pfund wiegen, und alsdenn iſt $R = 32$ b Pfund; und folglich die Elaſticität der flüßigen Materie, wenn ſie n mahl dichter iſt als die natürliche Luft, nachdem ſie ſich aus dem Salpeter entwickelt, und einen gewiſſen Raum eingenommen, oder

$$P = 32.\,bS \times \left(\tfrac{3}{2}q - \tfrac{3}{2}\sqrt[3]{q(q-n)^2}\right)$$

wenn man es nicht ſehr genau nimmt, wie in pracktiſchen Sachen, im ſtrengeren Verſtande aber

$$P = \frac{32.\,bS\,9q\left(q - \sqrt[3]{q(q-n)^{2}}\right)}{6q+1}$$

Den Buchſtaben b muß man an jedem Ort aus-

ausmachen, und ſich dabey nach dem daſelbſt im Gebrauche üblichen Gewichte richten. Z. E. wiegt ein Cubickfuß Waſſer Rheinländiſch Maß an einem gewiſſen Orte 64 Pfund, ſo iſt b = 64, und alſo der Werth von R.

$$= \frac{18432\, S q\, (q - \sqrt[3]{q\,(q-n)^2})}{6q+1} \text{ Pfund.}$$

Hieraus ſiehet man auch, daß wenn n = q dem größten Grade der Dichtigkeit der Luft gleich iſt, alsdenn

$$P = \frac{18432.\, S n^2}{6n+1}$$

Die erſte Formel des Verfaſſers wird aber dieſe ſeyn

$$P = 32.\, b.\, n.\, S.$$

wenn S. in Rheinländiſch Maaß, davon 1 Fuß die Einheit iſt, ausgedruckt werden muß. Die Anwendung dieſer Formeln iſt im beſondern Falle leicht zu machen, dahero ich mich hierbey nicht aufhalten will.

Zweites Capitel.

Worin die vornehmſte Methoden angeführet werden, nach denen man die größte Kraft des Pulvers während der Entzündung in einem gewiſſen und unveränderlichen Behältniſſe, beſtimmen kann.

§. 126.

Wenn man die Elaſticität der fortdauernden flüßigen Materie in dem allereinfachſten Zuſtande beſtimmen will, ſo hat man geſehen, daß ſich dabey ſo viele Schwürigkeiten zeigen, daß man kaum eine bequeme Näherung finden kann, ſo bald die flüßige Materie ſehr dichte iſt. In dem Augenblick nun, wenn ſich das Pulver entzündet, iſt die flüßige Materie ſehr dichte, und verſchiedene Urſachen kommen dabey entweder zugleich, oder nach und nach zuſammen, welche die Elaſticität derſelben vermehren, dahero iſt es ſchwer, die Kraft des Pulvers mit

mit einiger Zuverläßigkeit zu beſtimmen. In der That wiſſen wir nicht, wie groß die Quantität der flüßigen Materie iſt, welche ſich in jedem Augenblick, ſo lange die Flamme währet, entwickelt, wir wiſſen nicht, wie groß der Grad des Feuers iſt, wir kennen die verſchiedene Arten nicht, auf die ſich daßelbe ausbreitet, und ſich in den verſchiedenen Sorten von Pulver, ja ſelbſt in eben demſelben Pulver, wenn es in andre Umſtände verſetzt wird, fortpflanzet. Es iſt uns auch unbekannt, wie weit die Luft zwiſchen den Pulverkörnern und in der Materie des Pulvers ſelbſt verdünt iſt; wir kennen auch die Elaſticität des Dampfes und die Ausdehnung der Materien nicht, die in Abſicht auf die andern, nicht elaſtiſch ſind, die aber, nachdem der Raum, den dieſelbe einnehmen, gröſſer wird, die flüßige fortdauernde Materie mehr und mehr einſchränken, und dadurch die Elaſticität derſelben vermehren. Die Kräfte des

 menſch=

menſchlichen Verſtandes ſcheinen alſo nicht hinreichend zu ſeyn, alle dieſe Dinge aus einander zu ſetzen.

Das ganze Phänomenon geſchiehet zu geſchwinde und die kurze Zeit erlaubt nicht, eine jede von den Urſachen, welche daſſelbe entweder hervorbringen, oder begleiten, beſonders zu unterſuchen. Mann kann auch kein Mittel ausfündig machen ſolche Verſuche anzuſtellen, wodurch man den Dampf von dem übrigen während der Flamme abſondern, die Ausdehnung der Materien, welche nicht elaſtiſch ſind, verhindern, und das eigentliche Geſetz entdecken könte, nachdem ſich die flüßige Materie entwickelt: Und ſo lange dieſes nicht angeht, ſiehet man wohl, daß es unmöglich iſt zu beſtimmen, wie viel eine jede von dieſen Urſachen zu der Gewalt des Pulvers beyträgt.

Wir müſſen alſo zufrieden ſeyn, wenn wir nur die Gränzen entdecken können, in welche die Gewalt des Pulvers während

der

der Zeit eingeſchloſſen iſt, da die Flamme würket, und uns dazu aller der Umſtände bedienen, welche wir vermögend ſind feſtzuſetzen.

Um aber dieſe Unterſuchung nicht gar zu weitläuftig zu machen, ſo wollen wir annehmen, daß ſich das Pulver in einem Behältniß anzündet, welches bis auf die Räume, die ſich zwiſchen den Körnern befinden, und von der verſchiedenen Figur derſelben herrühren, ganz ausgefüllt iſt. Unter dieſer Bedingung kann ſich das Pulver, in einem gewiſſen Behältniß auf dreyerley Art entzünden.

1) Wenn das Zündloch, ſo bald ſich die Entzündung anfängt, verſchloſſen iſt, und das Behältniß unveränderlich bleibt.

2) Wenn das Behältniß unveränderlich bleibt, und die mit Feuer angefüllte flüßige Materie an einem Ort durchbrechen kann.

3) Wenn das Behältniß währender Flamme nach und nach gröſſer wird, und die flüßige Materie einen Ausgang findet.

Wenn man nun eine gewiſſe Quantität Pulver nimmt, ſo iſt offenbar, daß die gröſte Gewalt, die daßelbe im erſten Fall ausübet (§. 113.), gröſſer ſeyn wird, als die größte Gewalt, welche eine gleiche Quantität von eben demſelben Pulver in einem ähnlichen und gleich groſſen Behältniß in den beyden übrigeu Fällen ausübet; und daß dieſe gröſte Gewalt im zweiten Fall gröſſer ſeyn wird als im dritten.

§. 127. Der erſte von dieſen drey Fällen, iſt noch niemals bey der Verfaſſung, wie wir uns des Pulvers bedienen, vorgekommen.

Der zweite Fall findet zuweilen bey den Mienen ſtatt, welche in ſolchen Materien angelegt werden, die ſich nicht leicht zuſammen drücken laſſen, und bey Bomben und

Grena-

Grenaden, welche ſo ſtark gemacht worden, daß ſie der Gewalt des Pulvers, welches in denſelben entzündet wird, hinlänglich wiederſtehen können.

Der dritte Fall endlich kommt bey dergleichen Mienen vor, welche in ſolchen Materien angelegt werden, die ſich leicht zuſammen drücken laſſen und bey allen Arten von Schießgewehren, wenn ſie ſo, wie im Felde, geladen werden.

In dieſem Capitel will ich einige Methoden anzeigen, nach welche man die größte Gewalt des Pulvers im zweiten Falle beſtimmen kann; in den beyden folgenden will ich auch zeigen, wie man die größte Gewalt des Pulvers blos in dem Geſchütze, indem es, wie im dritten Fall, angezündet wird, feſtſetzen kann. Was die Mienen anbelangt, welche in ſolche Materien angelegt werden, welche ſich leicht zuſammen drücken laſſen, ſo iſt davon ſchon im dritten Buch der Feſtungsbaukunſt,

kunſt, und im zweiten Buch der praktiſchen Artillerie, ſo umſtändlich gehandelt, daß man alle Aufgaben, die über der Würkung des Pulvers in den Mienen vorkommen können, ſo nahe als möglich der Wahrheit gemäß auflöſen kann.

§ 128. Wenn man die gröſte Elaſticität der mit Feuer angefüllten flüßigen Materie, die aus dem Pulver erzeugt wird, meſſen will, ſo kann man dieſelbe gleich unmittelbar mit dem Wiederſtande vergleichen, welcher von der Schwere, der Adhäſion und der Elaſticität der Körper herrühret. Aus den Verſuchen, welche in der Folge vorkommen werden, läſſet ſich abnehmen, daß, wenn das Pulver in einem unveränderlichen Behältniß dergeſtalt entzündet wird, daß die flüßige elaſtiſche Materie blos durch das Zündloch heraus kommen kann (§. 126. n. 1.), die gröſte Elaſticität währendem Brande ohngefehr 1800 mahl gröſſer iſt als der Druck der Atmoſphäre. Die Maſchie-

nen

nen alſo, um die gröſste Gewalt der §. 40. beſchriebenen Arten vom Pulver zu beſtimmen, müſſen ſehr dauerhaft und feſte, und die Gewichte, welche dieſe Gewalt ausdrücken, ſehr groß ſeyn. Dieſes verurſacht aber viele Unbequemlichkeiten, wenn man die Theile dieſer Maſchienen zuſammenſetzen und etwas Zuverläßiges und Vollkommenes haben will, um die Verſuche mit einiger Gewißheit anſtellen zu können.

§. 129. Wenn die Maſchienen nicht ſehr zuſammengeſetzt ſeyn ſollen, und man will keine allzu große Gewichte haben, ſo muß man ſehr wenig Pulver nehmen, welches alſo nur einen kleinen Theil des Behältniſſes ausfüllt. Dahero geſchieht es, daß, ſo bald ſich das Pulver entzündet, die flüſſige Materie, welche ſich gleich aus den erſten entzündeten Körnern entwickelt, den ganzen Raum des Behältniſſes ausfüllt; dahero iſt alsdenn die Hitze in derſelben weit geringer, als wenn das ganze Behältniß

niß angefüllt wäre, und die Entzündung in jedem Theile derſelben vorgienge; die Elaſticität einer und eben derſelben Quantität von der flüßigen Materie, wird alſo von dem Feuer mehr oder weniger vermehret, nachdem das Behältniß, indem eine gleich groſſe Quantität Pulver entzündet wird, kleiner oder größer, oder auch in eben dem Behältniß die Quantität des Pulvers, welches in Brand geſetzt wird, veränderlich iſt. Wenn man alſo in einem groſſen Behältniß eine kleine Quantität Pulver entzünden will, um aus den Würkungen deſſelben die größte Elaſticität des Pulvers zu entdecken, ſo muß man eine Reihe von Verſuchen mit verſchiedenen Quantitäten von Pulver anſtellen, bis man ein gewiſſes Geſetz entdecket, welches die Elaſticität der mit Feuer angefüllten flüßigen Materie beobachtet, um dadurch den größten Druck, welchen dieſelbe ausübet, zu beſtimmen.

§. 130.

§. 130. Die Figur dieſes Behältniſſes muß außer dem, was ſchon geſagt worden, ſo beſchaffen ſeyn, daß ſich das Pulver in derſelben ſo geſchwinde als möglich, entzünden kan, und die Oberfläche des Körpers, aus deſſen Bewegung man die verlangte Elaſticität beſtimmen will, muß das Pulver berühren. Wäre dieſes nicht, und die mit Feuer angefüllte elaſtiſche Materie müſte ſich erſt durch einen gewiſſen Raum bewegen, ehe ſie auf die Oberfläche des gedachten Körpers würken könte, ſo würde dieſelbe, anſtatt zu drücken, mit einem Stoß, und folglich mit einer weit gröſſern Gewalt würcken, als man zu wiſſen verlangt, wie man ſolches hernach ſehen wird. Auf dieſen Punkt muß man alſo ſehr genau acht haben, wenn man aus dem Verſuch etwas Zuverläßiges ſchließen will.

§. 131. Die gewöhnliche Art des Pulvers zu unterſuchen, iſt, daß man in einem kleinen Mortier eine Kugel ladet, und durch

das

das Gewicht derſelben, wenn ſie geworfen worden, die Kraft des Pulvers zu beſtimmen ſucht. Durch dieſen Verſuch kann man aber nichts Zuverläßiges in Abſicht auf die Elaſticität des Pulvers ſchlieſſen. Denn das Gewicht der Kugel iſt in Anſehung der Elaſticität des Pulvers zu geringe, der Körper bewegt ſich alſo ſchon, ehe die Gewalt des Pulvers in der Kammer den größten Grad erreicht hat, und der Raum, in dem ſich die flüßige Materie ausbreitet, verändert ſich zugleich alle Augenblick.

Das Inſtrument, welches ſenkrecht ſtehet und bey uns unter dem Nahmen der Pulverprobe (Eprouvette) bekannt iſt, iſt eine Maſchiene, welche erfunden worden, um die verſchiedene Arten des Pulvers und ihre Kraft vermittelſt der Schwere zu vergleichen. Um aber dadurch die gröſte Elaſticität des Pulvers zu beſtimmen, muß das Fig. 7 Gewicht QMNQS, welches in die Höhe getrieben

trieben wird, weit gröſſer angenommen worden, als es gemeiniglich zu ſeyn pflegt: damit es ſich erſt zu bewegen anfängt, wenn die Elaſticität des Pulvers am ſtärkſten geworden, nur einen ſehr kleinen Raum durchlaufe, und nur ſo hoch gehoben werde als es nöthig iſt, um zu ſehen, daß die Elaſticität der flüßigen Materie das Gewicht deſſelben überwältiget. Damit man aber das Gewicht nach Gefallen kleiner oder gröſſer machen kann, nachdem man die verſchiedene Grade der Elaſticität meſſen will, ſo muß man daßelbe hohl machen, wie QSQ. und in dieſer Höhlung kleine Gewichte legen, als bleyerne Kugeln, welche in dem Behältniß eine gleiche Lage annehmen. Dadurch erhält man, welches höchſt nöthig iſt, den Schwerpunkt des Gewichts QMNQS in der Axe ST der zylindriſchen Kammer der Probe, welche allezeit auf dem Horizont ſenkrecht ſeyn muß. Endlich müſſen auf beyden Seiten der Probe zwey ausgehölte Säu-

len ſenkrecht angebracht werden, damit die beyde Zähne LL des Gewichts QMNS in der Hölung heraufgehen können, um das Gewicht während der Bewegung ſenkrecht zu erhalten.

§. 132. Die Formel 7200 n S = P, (Anfangsgründe der Phyſic und Mech.) in welcher n die Elaſticität der flüßigen Materie und S die Oberfläche, auf welcher der Druck geſchieht, bedeuten, zeiget, daß, wenn bey dieſer Pulverprobe der Diameter EF der zylindriſchen Kammer $\frac{1}{24}$ Fuß iſt, S = $\frac{1}{778}$; ſetzt man nun n = 1800, ſo wird 7200 n S = 7200 x 1800 x $\frac{1}{778}$ = 16658 Pfund. Hieraus ſieht man alſo, daß das Gewicht QMNR nicht kleiner als dieſe angeführte Anzahl Pfunde ſeyn darf, wenn die Elaſticität des entzündeten Pulvers daſſelbe nur ein klein wenig in die Höhe heben ſoll. Ein ſolches Gewicht iſt aber an und vor ſich ſehr groß, und folglich ſchwer zu regieren; um es alſo leichter zu machen,

und dem ohngeachtet im Stande zu ſeyn, die Gewalt des Pulvers zu meſſen, muß man darauf denken, den Werth des Buchſtaben S kleiner zu bekommen, ohne daß dadurch das zylindriſche Behältniß etwas von ſeiner Gröſſe verliehrt. Dieſes kann aber auf folgende Art geſchehen.

§. 133 In der Pulverprobe ABCD mache man den holen Zylinder CIKD dergeſtalt, daß man darin die Schraube GCPHD anbringen kann. Die Länge GC dieſer Schraube muß ſo angenommen werden, daß dieſelbe der gröſten Gewalt des Pulvers hinlänglich wiederſtehen kann; und wenn dieſelbe eingeſchraubt worden, muß die Höhe GI des Raums IKHG, in dem das Pulver kommen ſoll, beynahe den Diameter GH gleich ſeyn. Mitten durch dieſe Schraube gehet eine Röhre PO, welche zylindriſch iſt, und oben bey P etwas breiter gemacht wird. Zu dieſer Röhre wird ein eiſerner Schlüſſel verfertiget, welcher

ſich auf das genauſte darin paſſen muß, damit die flüßige Materie, wenn ſie mit Feuer angefüllt iſt, nicht an den Seiten herausdringen kann. Dieſer Schlüſſel muß ſehr gut gehärtet und auf das beſte polirt werden; und bey P wird er etwas breiter gemacht, damit derſelbe nicht auf das Pulver fallen kann. Man ſtellt alsdenn die Axe UP des Zylinders ſenkrecht, und legt auf den Kopf P des Schlüſſels ein Gewicht, deſſen Schwerpunkt in der Axe UP fallen muß. Dieſes Gewicht muß aber, wie bey der vorhergehenden Figur, zwey Zapfen haben, welche in die Höhlungen der beyden Säulen gehen, und durch Hülfe derſelben es ſich nach der Richtung der Lienie UP herauf bewegen kann. Wenn man nun den Raum GIKH mit Pulver anfüllet, und daßelbe durch Hülfe des Zündlochs X anzündet, ſo drückt die flüßige Materie auf den Schlüſſel OP, und treibt denſelben in die Höhe und folglich auch das Gewichte,

welches

welches auf denſelben bey P lieget. Dieſes Gewicht macht man bald gröſſer oder kleiner, nachdem wie §. 131. geſagt worden, bis man ein ſolches findet, welches von der Gewalt des Pulvers ein wenig in die Höhe gehoben wird, alsdenn kann man den Druck der flüßigen Materie alſo beſtimmen. Man drücke dieſes Gewicht P in Pfunde aus, ſo bekommt man 7200 nS = P. In dieſer Formel iſt der Werth des Buchſtabens S durch die Erfahrung bekannt, denn derſelbe iſt der Grundfläche O des Schlüſſels OP gleich, folglich beſtimmt man die Elaſticität der flüßigen Materie durch den Werth, welchen der Buchſtabe n bey den angezeigten Umſtänden bekommt.

§. 134. Die Adhäſion der Körper giebt auch verſchiedene Mittel an die Hand, die größte Gewalt des Pulvers zu beſtimmen.

Nach der in den Anfangsgründen der Phyſik und Mechanick gegebenen Anleitung kann man ſchon verſchiedene einfache Ver-

ſuche anſtellen um die Aufgabe aufzulöſen. Man nehme, zum Beyſpiel, einen Zylinder von Metall, der überall gleich dicke iſt, fülle denſelben mit Pulver, und verſchließe dieſes vermittelſt einer ſtarken Schraube. Alsdenn ſetze man dieſes Pulver durch ein kleines Loch in Brand, welches man in der Mitte der ganzen Länge des Zylinders anbringt, damit die Entzündung deſto ſchneller vor ſich gehe. Wenn es ſich nun zeiget, daß der Zylinder der Länge nach aufgeriſſen worden, und man hat vorhero die beyde einander entgegengeſetzte Grundflächen deſſelben äußerlich ſtark befeſtiget, damit die bloße Gewalt des Pulvers, welche auf die Oberfläche innerhalb dem Zylinder würkt, dieſe Würkung hervorbringen muß, ſo bekommt man durch dieſen Verſuch die Kraft, mit welcher die innere Oberfläche des Zylinders der gröſten Gewalt des Pulvers wiederſtehet, und derſelben das Gleichgewichte hält.

Die Formel, welche dieſes Gleichgewicht ausdrückt, iſt 720 nr = mq (Anfangsgr. der Phyſik und Mechanik) worin r den halben Durchmeſſer des innern Zylinders, m die Dicke des Metals, und q das Gewicht bedeutet, welches erfordert wird, um einen Cubick Fuß von dem Metalle, aus welchem der Zylinder verfertiget iſt, zu zerreiſſen. Nun wird der Werth von r und m durch den Verſuch ſelbſt gegeben. Den Werth von q bekommt man, wenn man ein Stück von dem aufgeriſſenen Zylinder nimmt, und die Kraft unterſucht, mit der die Theile zuſammen hängen. Setzt man nun in der Formel vor jeden Buchſtaben den gefundenen Werth, ſo beſtimmt man dadurch den Werth des Buchſtabens n, welcher die gröſte Elaſticität der flüßigen Materie ausdrückt.

Wenn man dergleichen Verſuche unternehmen will, ſo thut man wohl, wenn man die Zylinder lieber etwas dicker machen läßt, als es nöthig wäre, und ſie nach je-

dem Schuß immer dünner macht, bis man diejenige Dicke erreicht, welche der Gewalt des Pulvers endlich nachgiebt.

§. 135. Um die größte Elaſticität der flüßigen Materie auf eine andere Art vermittelſt der Adhäſion der Körper zu beſtimmen, iſt folgende Maſchiene erdacht worden.

Fig. 9 10. ABCD iſt ein metallener oder auch eiſerner Zylinder, der inwendig eine zylindriſche Kammer EFGH hat, in der das Pulver kommt. Dieſe Kammer verſchließt man durch Hülfe der Schraube IEFK, welche nicht kleiner als $\frac{2}{3}$ von dem Durchmeſſer EF ſeyn muß, und in derſelben befindet ſich das Zündloch LM. Aus dem Boden GH der Kammer gehet eine zylindriſche Röhre, in der man einen geſtählten und aufs beſte polirten Zylinder OP ſchiebet, welcher ſenkrecht auf ein anderes geſtähltes Stück Eiſen QQ ſtehet, welches quer durch den groſſen Zylinder gehet, und auf beyden Seiten hervorſpringt, unten aber frey iſt. SS iſt eine

eine eiſerne Platte, die aber in der Mitte XY etwas ſchmähler iſt. An den äußerſten Enden derſelben befinden ſich zwey Löcher 8, 8, dieſe dienen dazu, um die Platte an die eiſerne Füße RT zu ſchieben, welche an dem Zylinder ABCD auf das ſtärkſte be-feſtiget ſeyn müſſen. Auf dieſer Platte legt man ein Stück Eiſen VV, welches mit Bley WW bedeckt iſt, und alles dieſes wird durch die Schraube ZZ feſt aneinander ge-halten.

Nachdem man alles dieſes eingerichtet hat, zünde man das Pulver in der Kammer EFGH an; die mit Feuer angefüllte flüſ-ſige Materie drückt alsdenn auf die Grund-fläche des Zylinders OP, und folglich auch auf das Stück Eiſen QQ; dieſes liegt aber auf dem dünnern Theil XY der Plat-te SS, und ſucht alſo dieſelbe zu zerbrechen, welches auch wirklich geſchiehet, ſo bald die Gewalt des Pulvers den Wiederſtand deſ-ſelben überwältigt. Das Stücke Bley WW

und das Eiſen UU verhindern, daß der klei-
ne Zylinder OP nicht gar zu weit heraus-
fährt, wenn die Platte SS zerbrochen wird,
und daß ſich alſo der Inhalt der Kammer
EFGH ſo wenig als möglich verändere.
Dieſen Verſuch muß man mit eben der
Quantität von einerley Pulver ſo lange
wiederhohlen, bis man eine ſolche Platte
SYXS findet, welche ſo kaum von der Ge-
walt des Pulvers zerbrochen werden kann.
Hat man endlich eine ſolche Platte ausfün-
dig gemacht, ſo nehme man eine andere, wel-
che derſelben vollkommen gleich und ähnlich
iſt, und bringe ſie auf die Stelle, wo die
zerbrochene geweſen, befeſtige die ganze
Maſchiene vermittelſt die Oehren 10, 10,
etwas in die Höhe, und hänge an das Eiſen
QQ einen ſtarken eiſernen Bügel 12, 11, 12,
in deſſen Mitte man eine Wagſchale durch
Hülfe der Ketten 11 hänget, und in derſel-
ben ſo viel Gewichte legt als erfordert wer-
den um die Platte SS zu zerbrechen.

Hat

Hat man auf dieſe Art das Gewichte R beſtimmt, welches erfordert wird, um die gedachte Platte zu zerbrechen, ſo drücke man dieſes in Pfunden aus, und ſetze die Zahl, welche daßelbe anzeigt, in der Formel 7200 $nS_1 = P$, und vor S ſetze man die obere Fläche des Zylinders OP, ſo bekommt man den verlangten Werth von n.

136. Man kann die vorhin beſchriebene Maſchiene noch auf eine andere Art einrichten, ohne dabey auf das Loch OP in dem Boden GH der Kammer und die andern Stücke der untern Theile des Zylinders CD acht zu haben. In dieſer Abſicht mache man die zylindriſche Röhre 2, 3, in der man einen andern Zylinder 2, 3, welcher dieſelbe genau ausfüllt, ſchiebet; dieſer ſtößt an ein Stück Eiſen 4, 5, welches in dem Körper der Maſchiene eingepaßt worden. Um den Zylinder ABCD lege man einen eiſernen Ring 6, 7, ſo, daß derſelbe ſich an den Zylinder gut ſchließt, und inwendig

wendig das Eiſen 4, 5, deſſen äußere Oberfläche mit der Oberfläche des Zylinders gleich iſt, genau berühret. Dieſer Ring muß an den Zylinder AB ſo weit herunter geſchoben werden, bis er dem kleinen Zylinder 2, 3, gerade gegen über liegt, und ziemlich dicke gemacht werden. Nach jedem Schuß feilt man denſelben bey 7, 7, immer etwas ab, bis man die Dicke trift, bey der derſelbe von der Gewalt des Pulvers zerſprengt wird. Damit aber das Eiſen 4, 5, und der kleine Zylinder 2, 3, ſich nur ſo wenig bewegen als möglich, wenn der Ring zerſprengt wird, ſo muß man an der Seite 7, 7, wo der Ring ſpringen ſoll, einen feſten Gegenſtand in einer ganz kleinen Entfernung ſetzen.

Nachdem man die Dicke des Ringes beſtimmt hat, welche derſelbe haben muß, wenn er bey 7, 7, von der Gewalt des Pulvers zerſprengt werden ſoll; ſo nimmt man einen andern Ring von eben dem Metall, welcher

welcher eben ſo groß und dicke iſt als der vorige, und ſucht das Gewicht ausfündig zu machen, welches im Stande iſt, dieſen letztern zu zerreiſſen. Um aber dieſes zu bewerkſtelligen, lege man dieſen Ring um einen Zylinder von harten Holz. Dieſer muß aber nicht gar zu lang ſeyn, damit das Eiſen 4, 5, auf beyden Seiten deſſelben ſo weit hervorrage, als erfordert wird, um daran den eiſernen Bügel Q 1 1 Q zu hängen, und die Fläche, welche alsden auf den Ring drückt, eben ſo groß ſey als vorhin, und der Ring ſelbſt nicht ſeine Figur verändere, indem er von dem Gewichte, welches denſelben zerreiſſen ſoll, gezogen wird. Weiß man nun auf dieſe Art das Gewicht = P, ſo muß man, um die Elaſticität = n zu beſtimmen, eine beſondere Formel zu bekommen ſuchen, worin die Gröſſe des Kopfes 2 des kleinen Zylinders, 2, 3, der eine Halbmeſſer des Ringes, und die Dicke deſſelben an dem Ort, wo er zerſprengt worden, enthalten ſind.

§. 137

§. 137. Wenn die Verſuche auf die (§. 133, 134, 135,) angezeigte Art angeſtellet werden, und man bedienet ſich dabey des feinen Pulvers (§. 40) dergeſtalt, daß, man die Kammer genau ganz voll füllt, aber daſſelbe doch nicht zuſammengedrückt; ſo findet man, daß die gröſte Elaſticität dieſes Pulvers oder n bey trockner Witterung 1900 mahl gröſſer iſt als der mittlere Druck der Atmoſphäre, und ohngefähr 1400 mahl gröſſer als eben dieſer mittlere Druck der Atmoſphäre, wenn dieſelbe ſtark mit Dünſten angefüllt iſt. Das feine Pulver giebt alſo gewiſſer maßen ein Aerometer ab. Der Durchmeſſer der innern zylindriſchen Kammer und die Höhe derſelben, waren jede etwas über 5 Lienien, und es gingen alſo in derſelben 3½ Denar Pulver.

Wenn man über das vorhergehende einige Betrachtungen anſtellet, ſo iſt leicht einzuſehen, daß, wenn man die Kammer nach und nach gröſſer macht, und

dieſelbe

dieſelbe wie vorhero geſchehen, mit Pulver anfüllt, die Gröſſe des Zündlochs aber unverändert läßt, ſich die gröſte Elaſticität des Pulvers gröſſer zeigen wird, als wir vorhin geſehen haben. Denn theils iſt das Feuer heftiger, theils kann ſich die flüßige Materie in Abſicht auf die ganze Maſſe nicht mehr ſo ſtark ausdehnen. Wenn man wiſſen will, wie weit die gröſte Elaſticität der flüßigen Materie gehet, wenn das Zündloch gleich nach der Entzündung des Pulvers wieder verſchloſſen iſt, ſo kann man ſich dazu der (§. 111.) beſchriebenen oder einer andern ähnlichen Methode bedienen.

Mitten durch die Schraube IEFK mache man eine Röhre LM mit Schraubengängen, um darinnen eine Schraube G& anzubringen, deren Länge dergeſtalt beſtimmt wird, daß, wenn man die Spitze & glühend macht, und dieſelbe vermittelſt dem Grif NN ſchnell herumdrehet, ſich der Kopf G genau an der Oberfläche IK ſchließt, ſo bald

die

die Spitze über das Loch M hervorragt, und das Pulver in der Kammer EFGH anzündet.

§. 138. Wenn man das, was in den Anfangsgründen der Phyſik und Mechanik gelehrt worden, zu Hülfe nimmt, ſo kann man außer den vorhergezeigten Arten, die gröſte Gewalt des Pulvers zu meſſen, noch verſchiedene andre herleiten, eben dieſe Gewalt durch Hülfe der Elaſticität der Körper zu meſſen (§. 127.). Man darf in dieſer Abſicht der Bewegung des kleinen Zylinders 2, 3, oder OP nur eine ſtark geſpännte Feder entgegen ſetzen, die von der Gewalt des Pulvers zwar noch ſtärker geſpant werden kann, aber doch nur ſo ſtark, als es nöthig iſt, um die Stärke der gröſſern Spannung entweder vermittelſt eines Index von Wachs, welches durch die Bewegung der Feder zuſammengedrückt wird, oder auf eine andere bequemliche Art zu bemerken.

§. 139.

§. 139. Ehe wir dieſes Capitel ſchlieſſen, wollen wir einige Betrachtungen über der verſchiedenen Heftigkeit des Feuers anſtellen, welche man gewahr wird, wenn man eben dieſelbe Quantität Pulver in verſchiedenen Behältniſſen anzündet.

Zu den drey Maſchienen Fig. 8, 9, und 10, und zum Beyſpiel zu der Fig. 8. laſſe man noch eine andere Schraube EFMN machen, welche man bey CDGH in der Pulverprobe ſchrauben kann; und in dieſer Schraube muß eine ſehr enge Röhre TY gemacht werden. An dem untern Theil Y mache man eine Höhlung in Form eines abgekürzten Kegels MNRS, und in dieſer ſchiebe man ein Stück Zinn von eben der Figur, welches aber in die Mitte durchbohret iſt, damit die kleine Röhre TY nicht verſtopfet wird. Das Zündloch XY ſchlieſſe man feſte zu, und fülle das ganze Behältniß IKGH voll Pulver. Alsdenn ſetze man die Schraube EFMN in CDGH, und

zünde das Pulver in dem Raum GHIK durch Hülfe der Röhre TY an, ſo wird dieſes mit einem groſſen Knall gänzlich aus die Röhre dringen. Nimmt man hierauf die Schraube EFMN weg, ſo wird man gewahr, daß das Zinn während der Zeit des Knalles etwas geſchmolzen. Den geſchmolzenen Theil kann man auffammlen, wenn man nur vorhero, ehe der Schuß geſchiehet, vor der kleinen Röhre TY in der Entfernung von einem Fuß ein Brett leget, deſſen Oberfläche rauch iſt, damit das flüßige Zinn an derſelben ſitzen bleibt.

Wenn nun alle übrige Umſtände einerley ſind, und man zündet eine gleiche Quantität Pulver in einem andern Raum an, welcher merklich gröſſer iſt als der erſtere, ſo wird das Zinn gar nicht ſchmelzen. Wenn man endlich eine gleich groſſe Quantität Pulver auf einem Blatt Papier in freyer Luft anzündet, ſo werden nur zuweilen einige kleine Löcher von dem Feuer in dem

dem Papiere gebrannt. Dieſe verſchiedene Würkungen beweiſen offenbar, daß die Heftigkeit des Feuers ſehr verſchieden iſt. So lange alſo die flüßige Materie noch mit Feuer angefüllt iſt, ſo muß auch ihre Elaſticität in den angeführten Fällen ſehr verſchieden ſeyn.

Hieraus nun und aus dem, was noch in der Folge gezeigt werden wird, erhellet die Urſache, warum ſich ein Geſchütz weit eher erhitzet, und das Zündloch deſſelben weit geſchwinder erweitert wird, wenn man daßelbe etlichemahl hinter einander abfeuert, und die Ladung und den Vorſchlag ſtark anſetzet: als wenn man daßelbe zwar mit eben der Ladung abfeuert, und auch zwiſchen jeden Schuß eben ſo lange inne hält als vorhin, aber die Vorſchläge gar nicht ſtark anſetzet.

Durch Hülfe der Schraube EFMN kann man auch das Metall feſtſetzen, welches am beſten iſt, um daraus die Kanons zu gießen. Aus jeder Art von dem Metall,

tall, welches man unterſuchen will, mache man abgekürzte Kegel, und bringe ſie in den Raum MNRS; dasjenige nun, welches durch den Schuß die wenigſte Veränderung leidet, iſt das beſte.

Anmerkung zum §. 134.

Die Formel von dieſem Gleichgewicht iſt

$$7200\,nr = mq.$$

Ich habe bereits in der Anmerkung zum §. 125 gezeigt, daß 7200 n dem Drucke der flüßigen Materie gleich iſt, wenn dieſelbe n mahl elaſtiſcher iſt als die natürliche Luft. Um nun zu zeigen, wie dieſe Formel gefunden werden kann, ſo ſtelle abcd (Fig. A) den Durchſchnitt des Zylinders vor, in dem das Pulver angezündet wird, BCDE ſey ein Theil von der Dicke deſſelben. So bald ſich nun die flüßige Materie entwickelt, ſo würkt dieſelbe vermöge ihrer Elaſticität, auf die innere Oberfläche des Zylinders perpendikular. Wenn wir alſo die Kraft beſtimmen wollen,

wollen, mit der dieſelbe gegen den Theil AC würkt, ſo ziehe man von C und B die Perpendicular-Lienien BA, CA, welche ſich in den Punkt C durchſchneiden, welcher der Mittelpunkt der Bogen BC und ED iſt. Die flüßige Materie ſucht nun den Theil BCDE von dem andern Theil des Zylinders abzuſondern. Es ſey AF die mittlere Direction aller der Kräfte, welche auf den Bogen BC würken, die alſo den Winkel CAB in zwey gleiche Theile theilet. Nun ſey d φ das Element des Bogens BC, ſo kann man ſich vorſtellen, daß auf dieſem Element eine Kraft nach der Direction AC würkt. Dieſe zerfälle man in zwey andre Kräfte, davon eine mit der Direction der Lienie AF parallel, und die andere perpendikular auf dieſelbe iſt. Ferner ſey der Bogen IC $= \varphi$ ſo wird die Kraft, welche mit AF parrallel iſt, 7200 n x r d φ. Cos φ ſeyn. Die Kraft, welche nach der Direction AF auf BC würket,

ket, iſt alſo der Summe aller dieſer Kräfte zweimal gleich, folglich $2 \int 7200\, n\, d\varphi \, \mathrm{Cos}\, \varphi = 2.\, 7200\, n.\; r\, \mathrm{Sin}\, \varphi$. Dieſe Kräfte würden alſo machen, daß der Theil BCDE ſich von den andern abſonderte und nach der Direction der Lienie AF fortginge, wenn er nicht durch die Adhäſions-Kraft des Metalles zurückgehalten würde. Dieſe Kraft müſſen wir uns nun vorſtellen, als wenn dieſelbe ein Gewicht wäre, welche den Theil BCDE nach der Direction KG, KH, zieht, welche auf CD und BE perpendikular ſind. Dieſe Directions Lienien müſſen ſich nun in dem Punkt K durchſchneiden, welcher in der mitlern Directions-Lienie IF liegt. Nun iſts einerley, ob dieſe Kräfte in den Punkten G und H, oder nach eben den Directions-Lienien in K angebracht werden. Folglich kann man ſich vorſtellen, daß alle drey Kräfte würklich in dem Punkt K angebracht ſind. Damit nun der Theil BCDE nicht fortgehe, ſo müſſen dieſe drey

Kräfte

Kräfte im Gleichgewicht ſeyn, folglich muß die Kraft Kg, welche aus einer jeden Kraft, die nach KG und KH würkt, hergeleitet wird, zweymahl genommen der Kraft 2.7200 nr Sin φ gleich ſeyn. Stellt nun q das Gewichte vor, welches der Kraft gleich iſt, mit der die Theile des Metalles zuſammenhangen, und m iſt die Dicke des Metalles, ſo iſt mq die Kraft, welche auf der einen Seite der Lienie AF nach der Richtung KG, und auf der andern Seite nach der Richtung KH würkt, und wenn man eine jede nach der Direction Kg und gG zertheilt, ſo iſt die Kraft nach Kg = mq Sin φ. Da nun aus einer jeden eine ſolche Kraft entſteht, ſo iſt die Kraft, mit der der Theil BCDE nach KA zurückgehalten wird, 2mq Sin φ. Dieſe muß der Kraft nach AF, welche von der Elaſticität der flüßigen Materle herrührt, gleich ſeyn, folglich muß, wenn das Gleichgewicht erhalten werden ſoll,

$$7200\,n \times 2\,r\,\mathrm{Sin}\,\varphi = 2\,m\,q\,\mathrm{Sin}\,\varphi$$ oder

$$7200\,n\,r = m\,q$$

ſeyn, welches die Regel des Herrn Verfaſſers iſt.

Drittes Capitel.

Von den Modificationen, welche ſich bey der flüßigen Materie offenbahren, wenn die Seele des Geſchützes, worin ſich dieſelbe entwickelt, zylindriſch iſt, und die von dem Wiederſtande herrühren, welcher der Gewalt, mit der dieſelbe nach der Mündung zudringt, entgegen geſetzt wird.

§. 140.

Alle Körper, welche aus dem Geſchütz geſchoſſen werden, werden beſtändig von der elaſtiſchen Materie, welche ſich aus dem Pulver entwickelt, durch den ganzen Raum, den ſie in dem Geſchütz von der Ladung bis an

an die Mündung durchlaufen müſſen, getrie⸗
ben, wenn nur die Ladung nicht gar zu klein,
oder das Geſchütz gar zu lang iſt. Dieſe acce⸗
lerirte Bewegung rühret alsdenn blos von
dem beſtändigen Druck der elaſtiſchen Mate⸗
rie her, wenn der Vorſchlag oder Propf ſtark
angeſetzet worden, oder die Kugel auf eine
andre Art, als in gezogenen Röhren, auf⸗
gehalten wird; kurz, allezeit, wenn der
Körper, welcher fortgetrieben werden ſoll,
gleich zu Anfang ſeiner Bewegung einen
ſolchen Wiederſtand antrift, der entweder
der Kraft, welche derſelbe von dem Druck
der flüßigen Materie bekommen kann, gleich,
oder noch gröſſer als dieſelbe iſt. Wenn
aber der Körper, welcher geſchoſſen wird,
keinen Wiederſtand antrift, oder wenn er
ja einen findet, derſelbe doch kleiner iſt, als
die Kraft, welche derſelbe von dem erſten
Stoß des Pulvers empfängt, wie ſolches
geſchehen kann, wenn man entweder gar
keinen Vorſchlag auf den Körper ſetzet, oder

den Vorſchlag auf die Kugel nicht anſetzet, ſo wird die Kugel von dem Stoß der flüßigen Materie in Bewegung geſetzt, weil der Vorſchlag, welcher ſich zwiſchen der Kugel und dem Pulver befindet, ohngeachtet derſelbe gut angeſetzet worden, leicht von der elaſtiſchen Materie durchdringen wird, beſonders wenn derſelbe von Heu oder Stroh iſt. Im erſten Falle iſt die Geſchwindigkeit, welche die Kugel bey einem jeden Punkte in der Länge der Seele hat, den Quadrat Wurzeln aus der Fläche proportional, welche den ganzen Druck der elaſtiſchen Materie an dieſen Punkt ausdrückt. Allein im zweiten Fall iſt dieſelbe aus dieſer Quadrat Wurzel und der erſten beſtändigen Geſchwindigkeit zuſammengeſetzt, welche derſelben von dem Stoß der elaſtiſchen Materie mitgetheilet worden (Anf. Gr. der Ph. und Mech.). Wir wollen über den erſten Fall einige Betrachtungen anſtellen, weil derſelbe in der Ausübung am

meiſten

meiſten vorkommt, und bey den Ladungen vorfält, welche ſtark angeſetzt werden, und §. 109. beſchrieben worden.

§. 141. Wenn die flüßige Materie, indem ſie ſich aus dem Pulver entwickelt, und die Flamme, von der ein groſſer Theil der Elaſticität der flüßigeu Materie abhängt, bey ihrer Heftigkeit ein gewiſſes unveränderliches Geſetz beobachteten; ſo könnte man durch etliche wenige Erfahrungen die Scala dieſes Drucks, in jedem Punkte der Länge der Seele ausmachen, und ſich derſelben bey allen Arten von Schießgewehr bedienen. Da aber dieſes Geſetz nach den verſchiedenen Umſtänden ſehr vielen Veränderungen unterworfen iſt, ſo iſt leicht zu vermuthen, daß der Erfolg aller Verſuche ſolche Auflöſungen von dieſer Aufgabe giebt, welche nur auf beſondere Fälle eingerichtet werden können.

Ehe wir dieſe beſondere Auflöſungen beſtimmen, wollen wir die Modifications,

welche

welche von dem verſchiedenen Wiederſtande herrühren, welchen die flüßige Materie antrift, indem ſie nach die Mündung zu dringt, erſt etwas umſtändlich betrachten. Damit man aber ſehe, wie wichtig dieſe Unterſuchung iſt, will ich alles das, was ich ſchon geſagt habe, gänzlich übergehen, und durch einige neue und leichte Verſuche beweiſen, daß die Art, wie ſich die flüßige Materie in dem Geſchütz aus dem Pulver entwickelt, viele Veränderungen leidet, nachdem der Wiederſtand, welchen dieſelbe bey ihrer Bewegung nach der Mündung zu antrift, verſchieden iſt.

§. 142. In den Schießgewehren findet die Gewalt, mit welcher die flüßige Materie nach der Mündung zu dringet, einen Wiederſtand, der nicht allein von der Quantität der Materie der Kugel und der Vorſchläge oder Propfen herrührt, ſondern auch, daß von der Heftigkeit abhängt, mit der ſich dieſe letztern an die innere Ober-

fläche

fläche des Geſchützes reiben. Um das Reiben zu erhalten, bedienet man ſich ſolcher Vorſchläge, welche mit ganzer Gewalt herunter geſtoſſen und auf dem Pulver feſte angeſetzet werden. Dadurch wird das Pulver zuſammengepreßt, und gezwungen, einen kleinern Raum einzunehmen, folglich dem Zündloch gewiſſer maßen näher zu kommen. Wenn nun das Feuer, welches ſich gleich aus den erſten angezündeten Körnern überall verbreitet, nur ſo viel Platz zwiſchen den andern Körnern findet, daß es frey durchdringen kann, ſo werden ſich alle Körner in dieſem zuſammengedrückten Pulver weit geſchwinder entzünden, und jedes Körnchen wird auf das plötzlichſte von der Flamme verzehret werden; dahero denn die Gewalt der flüßigen Materie ſich in dem Gewehre weit ſtärker äußert, wie man ſolches ſchon in dem erſten Theil bewieſen findet.

§. 143.

§. 143. Ich nahm einige trockne und recht reif gewordene Rohrſtengel, ſchnitte jeden bey dem Abſatz ab, und verfertigte daraus eine Anzahl einer Art von Läufe, welche ich in drey Claſſen eintheilte. Jede Claſſe beſtand aus Läufen von verſchiedenem Diameter und Länge, und ſie waren dergeſtalt numerirt, daß z. E. der Lauf in der einen Claſſe, auf welchen No. 1. geſchrieben war, mit den Läufen aus den beyden übrigen Claſſen, auf welchen auch No. 1. ſtand, einerley Länge und Diameter hatte, und eben ſo war es mit den Läufen beſchaffen, welche in jeder Claſſe mit No. 2, No. 3, ꝛc. bezeichnet waren. Alle dieſe Läufe lud ich mit Musketenpulver, dergeſtalt, daß in einem jedem Lauf die Quantität deſſelben einen Raum einnahm, deſſen Länge dem Diameter des Laufs gleich war, ſo daß die drey Läufe, welche mit einerley Nummer bezeichnet waren, eine gleich ſtarke Ladung bekamen.

In

In die Läufe von der erſten Claſſe ſetzte ich einen leichten leinemen Propfen auf die Ladung; in die Läufe von der zweyten aber, einen eben dergleiches Vorſchlag, und noch eine bleyerne Kugel oben darauf. Endlich brachte ich in die Läufe von der dritten Claſſe, den Propfen mit ſolcher Gewalt, als ſie es nur aushalten wolten, herunter, ſetzte aber keine Kugel drauf.

Nachdem ich alle dieſe Läufe abgeſchoſſen hatte, ſo fand ich, daß alle diejenigen, welche ich in der dritten Claſſe geſtellt hatte, völlig zerſprungen waren. Die in der zweiten Claſſe waren bis auf die Hälfte aufgeriſſen, aber die ganz erſte Claſſe war unverſehrt geblieben, ſo daß einige davon vierfünfmahl auf eben dieſelbe Art geladen und abgefeuert werden konnten, ohne daß ſie entzwey gegangen wären.

Eben dergleichen Würkungen äußerten ſich beynahe bey drey Claſſen von blechernen Läufen, davon ein jeder $\frac{1}{4}$ Fuß lang war,

war, und zum Diameter den Diameter einer $\frac{7}{8}$ Unze ſchweren bleiernen Kugel hatte.

Bey allen den Läufen, welche z. E. mit No. 1. bezeichnet waren, findet ſich nun kein anderer Unterſchied, als daß der Wiederſtand, welchen die flüßige Materie bey ihrer Bewegung nach der Mündung zu antraf, iu einem jeden anders beſchaffen iſt. Denn in dem erſten Lauf von der zweiten Claſſe, war derſelbe wegen der Inertia der Kugel ſtärker, als in dem erſten Lauf von der erſten Claſſe, und in dem erſten Lauf von der dritten Reihe war derſelbe blos wegen dem ſtarken Reiben des Propfes weit ſtärker, als in dem erſten Lauf von der erſten Claſſe. Hieraus folgt alſo augenſcheinlich, daß ſich die flüßige Materie weit häufiger und geſchwinder in den Läufen entwickelt, worin der Wiederſtand ſtärker iſt, und daß der Wiederſtand, welcher von dem Reiben des Propfen herrühret, ſo weit getrieben werden kann, daß er größer als der

Wieder-

Wiederſtand wird, welcher von der Inertia der Kugel herrühret.

Wie ſehr die Gewalt der flüßigen Materie durch den Wiederſtand vermehrt werden kann, welcher von dem Reiben der Materien, die derſelben entgegen geſetzt werden, herrührt, kann man aus dem Verfahren der Steinbrecher erſehen, wenn ſie groſſe Steine zerſprengen wollen. Sie machen darinnen ein Loch einen halben oder $\frac{2}{3}$ Fuß tief, füllen es ohngefähr halb mit Pulver, und in den übrigen Theil ſtampfen ſie Erde ſo feſt als möglich, und zünden alsdenn das Pulver durch ein Zündloch an, welche durch die geſtampfte Erde durchgehet. Dieſe Erde hänget alsdenn ſo feſte zuſammen und reibet ſich ſo ſtark an die innere Wände des Lochs, daß, da die Gewalt des Pulvers auf dieſer Seite einen ſo ſtarken Wiederſtand findet, der Stein in viele Stücke zerſchmettert wird.

§. 114. Bey den vorhergehenden Verſuchen (§. 143.) haben wir uns des Wiederſtandes in der Abſicht bedienet, um zu beweiſen, daß die Elaſticität der flüßigen Materie, welche aus dem Pulver in der Seele von allen Arten von Geſchütz erzeuget wird, deſto gröſſer iſt, je ſtärker der Wiederſtand iſt, welcher der Gewalt, mit der ſie ſich auszudehnen ſucht, entgegen geſetzet wird. Jetzt wollen wir eben dieſes durch die verſchiedene Geſchwindigkeiten beweiſen, mit denen die Kugeln aus dem Geſchütz getrieben werden.

Fg.11 Man nehme drey Piſtolen-Läufe von einerley Länge, davon zwey durchgängig eine zylindriſche Seele haben; die Seele des dritten aber, da wo das Pulver und die Kugel hinkommt, als in A B zwar auch zylindriſch, und mit den beyden vorigen einerley Diameter hat, von B bis C aber etwas kleiner im Diameter iſt, ſo, daß die bleyerne Kugel P, wenn ſie durch die Länge B C getrie-

trieben wird, ihre Figur zu verändern gezwungen wird.

Wenn man dieſen letztern Lauf laden will, ſo nimmt man die Schraube A F ab, hält die Mündung unterwärts, bringt die Kugel P zuerſt hinein, und ſchüttet alsdenn ſo lange Pulver darauf, bis es bis A kommt. Die Quantität deſſelben muß aber ſo groß angenommen werden, daß es ſich völlig in der Kammer entzündet. Wenn dieſes geſchehen, ſo ſetzt man die Schraube wieder an, und der Lauf, den wir No. 3. nennen wollen, iſt zum Abfeuern fertig.

Die andere beyde Läuſe ladet man mit einer gleichen Quantität von eben dem Pulver, und mit einer Kugel von eben dem Diameter und Gewicht, und ſetzt in einem von dieſen Läufen, den wir No. 1. nennen wollen, blos in der Abſicht, um das Pulver feſte zu halten, einen kleinen Vorſchlag auf daſſelbe. Zu dem dritten Lauf, den wir mit No. 2. bezeichnen wollen, nimmt man ei-

nen Vorſchlag, welcher gedrange herein gehet, und ſtößet ihn auf das Pulver herrunter; man muß ihn aber nicht anſetzen, damit das Pulver nicht zuſammengepreſt werde, ſondern in allen drey Läufen einen gleich groſſen Raum einnehme.

Schießt man nun dieſe drey Läufe gegen ein gewiſſes Ziel loß, welches durchaus von einerley Materie und durchdringlich iſt, ſo wird man finden, daß die Kugel aus dem Laufe No. 2. weit tiefer eingedrungen als die Kugel aus No. 1. Hingegen iſt die Kugel aus No. 3. merklich tiefer eingedrungen, als die, ſo aus No. 2. geſchoſſen worden. Dieſe Kugel aus No. 3. dringt ſo gar eben ſo tief in das Ziel, als eine andere gleich große Kugel, wenn ſie aus einem Laufe geſchoſſen wird, der drey- bis viermal länger iſt als No. 3. und der ſo wie No. 1. geladen worden.

§. 145. Dieſes beweiſt alſo auf eine ganz überzeugende Art, daß der angeführte Unterſchied

terſchied in dem Wiederſtande, welchen das Pulver, nachdem es entzündet worden, auf Seiten der Mündung antrift, eine merkliche Veränderung in der Erzeugung der flüßigen Materie hervorbringt; ſo daß es überflüßig wäre, noch mehrere Verſuche von dieſer Art anzugeben. Wir wollen aber über dieſe Modifications einige nähere Betrachtungen anſtellen, und damit dieſe Unterſuchung deſto glücklicher von ſtatten gehe, das Pulver unter folgende beſtimmte Umſtände betrachten:

1) Wenn die Ladung beſtändig auf einerley Art am Boden der Seele lieget, und dieſe zylindriſch iſt; das Geſchütz beſtändig nach einerley Direction abgeſchoſſen wird; und der Wiederſtand, welchen die flüßige Materie antrift, blos von der Schwere eines zylindriſchen Körpers herrühret, welcher ſich ganz genau in der Seele ſchließt, dergeſtalt, daß der Wiederſtand nach der

verſchiedenen Länge dieſes Körpers verändert werden kann.

2) Dabey wollen wir annehmen, daß ſich alle Pulverkörner der ganzen Ladung zwar in den Raum, den ſie einnehmen, entzünden, ehe der Körper ſich zu bewegen anfängt, wenn ſie auch gleich noch nicht völlig von der Flamme aufgerieben worden. Dieſe Vorausſetzung kann durch verſchiedene Verſuche bewieſen werden, ſo bald die Ladung nicht allzu ſtark iſt, und die flüßige Materie einen hinlänglichen Wiederſtand antrift.

Fg.12 Nachdem wir dieſes vorausgeſetzt, nehme man den Zylinder BACD, welcher in A zugeſchloſſen iſt, fülle den Raum AE mit Pulver, und R ſey der Körper, welcher bey E an dem Pulver liegt. Würde nun das Pulver gänzlich in einer elaſtiſchen Materie verwandelt, ehe ſich der Körper R anfängt zu bewegen, und bliebe

bliebe die Hitze, welche durch den Brand erregt wird, in der flüßigen Materie ſo lang dieſelbe ſich in der Seele EB befindet, beſtändig einerley, ſo wäre der Druck der flüßigen Materie in dem Raum AE am ſtärkſten. Dieſen Druck in E drücke man durch die Lienie EF aus, welche auf AB perpendikular iſt, und den Druck der flüßigen Materie in den verſchiedenen Räumen AH, AG, AI, &c. durch die Lienien HL, GM, IN, &c. welche ebenfals auf AB perpendikular ſind. Dieſe Lienen nebſt EF ſtehen mit den Entfernungen AE, AH, AG, AI, reſpective in umgekehrter Verhältniß, dergeſtalt alſo, daß die Lienie, welche durch die Endpunkte F, L, M, N, O, &c. gehet, eine gleichſeitige Hyperbel zwiſchen den Aſymtoten AB, AW, iſt. Dabey wird aber vorausgeſetzt, daß die flüßige Materie keinen andern Modifications unterworfen iſt, als diejenigen ſind, welche von ihrer Ausdehnung in dem längern Raum herrühren.

§. 146. Dieſe Auflöſung würde alſo ſtatt finden, wenn ſich alles Pulver ſchon in einer flüßigen elaſtiſchen Materie verwandelt hätte, ehe der Körper merklich von der Stelle verrückt wird, und wenn der Grad der Wärme, welcher durch die Entzündung hervorgebracht wird, in der flüßigen Materie beſtändig einerley bliebe. Dieſe letztere Bedingung iſt nun aber offenbar unmöglich. Denn, wenn das Pulver gut iſt, ſo entſteht die flüßige Materte blos durch die völlige Auflöſung der ſalpetrichten und brennbaren Theile; ſo bald nun die Flamme aufhört, ſo nimmt auch den Augenblick die Wärme ab, weil ſie ſich überall ausbreitet, und wird um deſto geringer, je weiter ſich die flüßige Materie in der Seele fort beweget. Hieraus folgt nun, daß der Druck bey den Punkten H, G, I, K, nothwendig kleiner ſeyn muß, als die denſelben entſprechende Perpendikular-Lienien HL, GM, IN, KO, &c.

Die

Die erſte Bedingung kann aber auch nur in dem Falle ſtatt finden, wenn der Körper R entweder dem ſtärkſten Druck der flüßigen Materie in dem Raum AE das Gleichgewicht hält, oder denſelben überwieget. Wenn aber der Körper R dem Druck der flüßigen Materie nachgiebet, und bewieſen iſt, daß die flüßige Materie ſich nur nach und nach erzeuget, ſo wird ſich derſelbe den Augenblick zu bewegen anfangen, ſo bald ſich nur ſo viel von der flüßigen Materie entwickelt hat, als vermögend iſt, den Wiederſtand des Körpers R zu überwältigen, und der Druck auf jeden phyſiſchen Punkt der Seele ACE wird durch eine gerade Lienie ausgedrückt werden, welche kleiner seyn wird als EF. Stellt man ſich nun vor, daß der Wiederſtand des Körpers R nach und nach ſo weit abnimmt, bis derſelbe ein Kleinſtes (Minimum) iſt, ſo wird der Druck der flüßigen Materie in dem Augenblick, wenn der Körper R in Bewegung

 geſetzt

geſetzt wird, durch die kürzeſte von allen Lie-nien zwiſchen F und E ausgedrückt werden.

§. 147. Der kleinſte Wiederſtand, den die flüßige Materie antreffen kann, ſo bald ſie ſich in dem Raum A E entwickelt hat, iſt die Luftſäule, welche ſich in der Seele des Geſchützes befindet, und mit der äußerlichen Luft verbunden iſt. Wenn nun E U den Druck der flüßigen Materie andeutet, welche ſchon im Stande iſt, dieſen Wiederſtand aus dem Wege zu räumen, ſo wird der Druck in dem Raum A H durch eine Lienie H T ausgedrüket werden, welche gröſſer iſt, als die vierte Proportional-Lienie zu A H, A E, E U. Denn indem ſich die flüßige Materie durch den Raum E H beweget, ſo entwickelt ſich beſtändig ein neuer Theil der derſelben aus den angezündeten Kör-nern, und folglich bekommt dadurch ihre Elaſticität beſtändig einen neuen Zuwachs. Eben dieſes läßt ſich auch von dem Raum, A G, A I, ꝛc. ſagen, ſo lange jedes Körn-

chen

chen noch nicht völlig von der Flamme verzehrt worden. Wenn man ſich nun eine Lienie UTS2 vorſtellt, welche durch die äußerſte Punkte der Perpendikular-Lienien gehet, welche den Druck der flüßigen Materie vorſtellen, ſo nennt man dieſelbe die Scale, welche die Gränzen des kleinſten Drucks der flüßigen Materie beſtimmt.

§. 148. So bald aber ein jedes Körnchen von der Flamme völlig aufgerieben worden, ſo verändert ſich plötzlich die Proportion dieſer geraden Lienien, welche den Druck vorſtellen.

Geſetzt, der Brand hört in dem Punkt I auf. Drückt nun 2 den Druck der flüßigen Materie in den Raum AI aus, ſo muß dieſe Lienie nothwendig kleiner ſeyn als IN. Denn der Druck, welcher durch die Lienie IN angedeutet wird, kommt nach dem, was vorausgeſetzt worden, nicht blos von der flüßigen Materie, ſondern auch von der großen Hitze her, welche entſtehet, wenn alle brenn-

brennbare Theile durch die Flamme verzehrt worden. Ob nun zwar die gerade Lienie I 2 ebenfals die Würkung aller der flüßigen Materie ausdrückt, ſo iſt ſie doch nur von einem Theil des Brandes erhitzet, ſie iſt alſo weniger elaſtiſch, und folglich muß ſie auch einen kleinern Druck ausüben. Hieraus folgt alſo, daß die Scala dieſes Drucks niemals der Hyperbel FLMNO begegnen wird. Dieſe Hyperbel alſo beſtimmt die Gränzen des ſtärkſten Druckes.

Wenn die flüßige Materie ſich bis K ausgedehnet, ſo wird der Druck KQ kleiner ſeyn, als die vierte Proportional-Lienie zu den Lienien AK, AI, I2. Denn von I bis K entwickelt ſich keine flüßige Materie mehr, und die Hitze wird auch geringer: dahero auch aus dieſen Gründen die Elaſticität der flüßigen Materie abnimmt.

Eben dieſes findet ſtatt, wenn die flüßige Materie in 3 und in den übrigen Punkten kommt. Die Scala UTS2QP

des

des Drucks hat alſo in 2 einen Wendungs-Punkt, und von dieſem an nähert ſich der Theil 2 QP dieſer Lienie immer mehr und mehr der geraden Lienie AB, bis der Druck der flüßigen Materie mit dem Druck der Atmoſphäre im Gleichgewicht iſt. Dieſes Gleichgewicht könnte man, wenn man auf die Ladung ſiehet, durch Hülfe eines langen Laufs erhalten, wenn die flüßige Materie nur nicht zum Zündloch heraus könnte.

§. 149. Was den Theil UTS2 anbelanget, ſo muß ſich derſelbegleich im Anfange von U nach 2 zu nothwendig von der geraden Lienie entfernen; hernach kann derſelbe entweder noch fortfahren, ſich weiter zu entfernen, oder er kann mit AB parrallel werden, oder endlich ſich nach derſelben zu lenken. Alles dieſes kommt auf die Beſchaffenheit des Pulvers und auf andere Umſtände an, welche ſchon oben angeführet worden.

§. 150.

§. 150. Wenn der Wiederſtand des Körpers R gröſſer wird, ſo muß ſich nothwendig eine gröſſere Quantität dieſer flüßigen Materie in dem Raum AE entwickeln, folglich ſich eine gröſſere Quantität Körner entzünden, um dieſen Wiederſtand zu überwältigen (§. 145.), dahero wird auch die Hitze in dem Raum AE gröſſer, und jedes Körnchen weit plötzlicher von der Flamme aufgerieben. Hieraus folgt, daß alle das Pulver in einem Punkte aufhöret zu brennen, welcher der Lage, welchen die Ladung eingenommen, um deſto näher iſt, je gröſſer der Wiederſtand R iſt. Indeſſen iſt doch die wahre Scala des Drucks XYZ beſtändig in die (§. 147. 148. 149.) angezeigte Gränzen eingeſchloſſen, und kann ſie niemahls berühren, außer wenn ſich der Brand völlig geendiget. Die Proportion aber, nach der die Hitze die Verzehrung des Pulvers durch die Flamme in der Seele beſchleunigt, läßt ſich nur in einigen Fällen

beſtim=

beſtimmen, und dabey muß man genau auf die Umſtände ſehen, welche dabey vorkommen, und darunter ſind einige, welche nicht in unſerer Gewalt ſind, wie wir ſolches ſchon gezeigt haben.

§. 151. Der Druck der flüßigen Materie in dem Raum AE um den Körper R in Bewegung zu ſetzen, verändert ſich mit dem Körper R. Bleibt nun R unveränderlich, ſo iſt der Druck, welcher vermögend iſt, den Körper in Bewegung zu ſetzen, beſtändig gleich groß, das Pulver mag beſchaffen ſeyn, wie es will, und die Ladung mag ſo groß ſeyn als ſie wolle, und die flüßige Materie mag ſich mehr oder weniger geſchwinder entzünden, wenn ſie ſich nur völlig in dem Raum AE entzündet.

§. 152. Der übrige Druck in dem Raum AH, AG, AI, hängt nicht allein von der Fg. 13 verſchiedenen Quantität der flüßigen Materie ab, welche ſich in dem Raum AE entwickelt, ſondern wird auch nach der Beſchaf-

ſchaffenheit und der Quantität des Pulvers, deſſen man ſich bedienet, und auch von der Gröſſe der Körner modificirt. Man ſetze z. B. daß XYZ die Scale des Drucks iſt, wenn die Ladung den Raum AE einnimmt. Man mache nun den Raum AE kleiner, und fülle KE mit eben dem Pulver, und ſtelle ſich vor, daß es in dieſem Raum eben ſo ſtark zuſammengedrückt iſt, als vorhin in AE; ſo wird eben die Lienie EX, wenn der Wiederſtand R unverändert bleibt, den Druck in den Raum AE vorſtellen (§. 151.). Allein in den Raum KH, KG, iſt der Druck HL, GM, kleiner als HY, GZ. Denn der Druck EX, welcher bey beyden Ladungen einerley iſt, kommt daher, weil ſich in den beyden Behältniſſen AE, EK, gleich viel von der flüßigen Materie entwickeln muß, um den Wiederſtand R zu überwältigen. Wenn ſich nun von E bis H keine flüßige Materie mehr entwickelte, und man ſetzt $EH = AE$, und

KE

$KE = \frac{AE}{2}$, ſo wird ſich der Druck der Ladung KE in dem Raum KH (wenn die Elaſticität der Dichtigkeit proportional iſt,) wie $\frac{1}{2} : \frac{1}{3} = 3 : 2$ verhalten. Wenn ſich aber von E bis H noch ein Theil von der flüßigen Materie bey den Ladungen entwickelt, ſo wird dieſer Theil bey der ſtärkern Ladung allemahl gröſſer ſeyn, weil mehr Körner ſchon würklich im Brand ſind: der Druck alſo, welcher von der kleinern Ladung, in dem Raum KH ausgeübet wird, muß aus dieſem Grunde weit kleiner in Verhältniß auf den Druck ſeyn, welchen die ſtärkere Ladung in dem Raum AH ausübet. Eben dieſes gilt auch, wenn man den Druck, der durch die Lienien GZ, GM, ausgedrückt wird, unterſuchen will.

Macht man hingegen den Raum AE gröſſer, als bis P, und ſtellt ſich vor, daß EP mit eben dem Pulver angefüllt iſt, und daß dieſes auch in dieſem Raum nur eben ſo

ſtark zuſammengedrückt iſt, als vorhin in dem Raum AE, ſo iſt auch in dieſem Falle der Druck EX in dem Raum PE wieder eben ſo groß als vorhin, wenn der Wiederſtand R unverändert geblieben (§. 151.). In den Räumen PH, PG, aber wird der Druck, der von der ſtärkern Ladung herrühret, und durch die Lienien HN, GO angedeutet wird, reſpective gröſſer ſeyn, als der Druck, den die Lienien HY, GZ, vorſtellen.

153. Wenn die Quantität AE des Pulvers, und der Wiederſtand R einerley bleiben, die Güte des Pulvers verändert ſich aber, ſo fängt ſich die Scale des zweiten Pulvers, wenn XYZ die Scale des Drucks von der erſten Art Pulver iſt, zwar auch bey X an (§. 151.); der übrige Theil dieſer Scale geht aber entweder über oder unter XYZ fort, nachdem dieſes zweite Pulver entweder mit einer gröſſern oder kleinern Geſchwindigkeit von der Flamme verzehrt wird, und ſich alſo in einer gegebenen Zeit

mehr

mehr oder weniger von der flüßigen elaſtiſchen Materie entwickelt.

§. 154. Hieraus kann man den Unterſchied abnehmen, welcher zwiſchen den Scalen des Drucks ſtatt finden muß, welchen die elaſtiſche Materie in zwey Stück Geſchütz von verſchiedenen Calieber ausübet, wenn dieſelbe mit einer verhältnißmäßigen Quantität von eben der Art Pulver und mit verhältnißmäßigen Kugeln geladen werden.

BACD, DHPM, ſollen zwey zylindriſche Läufe, und der Diameter DM gröſſer als DB, und DM = D, und DB = d ſeyn. Die Verhältniß $D^3 : d^3$ drückt alſo ſowohl die Verhältniß der Kräfte aus, mit denen die Kugeln in N dem Pulver wiederſtehen, als auch die Verhältniß der Ladungen HN, CN. Die Höhen NU, NX, alſo, welche den Druck vorſtellen, welcher erfordert wird, um die Kugel in Bewegung zu ſetzen, verhalten ſich, wie die Diameter D, d, der Kugeln. Um dieſes zu beweiſen, bedenke man,

 daß

daß die Anzahl der phyſikaliſchen Punkte, auf der Oberfläche der Kugeln, auf welche die flüßige elaſtiſche Materie würket, den Quadraten der Diameter der Kugeln proportional oder $= D^2 : d^2$ iſt; wenn alſo das Gleichgewicht da iſt, ſo iſt $NU \times D^2 = D^3$ und $NX \times d^2 = d^3$ folglich $NU : NX = D : d$. Die Verhältniß der andern Ordinaten LI, LY, iſt aber gröſſer als die Verhältniß NU : NX. Denn wenn die flüßige Materie in den Räumen HPN, ACN gleich elaſtiſch wäre, und der Theil der flüßigen Materie, welcher ſich aufs neue aus den angezündeten Körnern entwickelt, indem dieſelbe den Raum NL durchläuft, wäre den Ladungen proportional, ſo würde der Druck in dem Raum HPL gröſſer ſeyn als in dem Raum ACL; weil die flüßige Materie in HPL in einem kleinern Raume eingeſchloſſen, folglich auch dichter iſt. Allein der Druck der flüßigen Materie in dem Raum HPN iſt ſchon an und vor ſich gröſſer,

gröſſer, als der Druck in dem Raume ACN, weil derſelbe in dieſen beyden Räumen der Verhältniß NU: NX gleich iſt; weil alſo dieſer Druck ſtärker, und die Dichtigkeit des Feuers auch gröſſer iſt, ſo wird ſich die flüßige Materie aus jedem Körnchen in dem groſſen Zylinder, weit plötzlicher und ſchneller entwickeln, indem ſie ſich durch den Raum NL beweget; folglich wird der Druck bey dem Punkt L des gröſſern Zylinders im erſten Falle weit gröſſer ſeyn, als der Druck bey eben dieſem Punkte des kleinen Zylinders, und die Verhältniß LI: LY wird gröſſer ſeyn als die Verhältniß NU: NX.

Eben dieſes gilt von dem Druck bey dem Punkt D in beyden Zylindern. Hieraus erhellet alſo, daß ſich unter den angeführten Umſtänden die Pulverkörner in einem Geſchütz, deſſen Caliber etwas groß iſt, weit näher an dem Raume, welchen die Ladung einnimmt, völlig auflöſen.

Fg. 15 §. 155. Aus dem, was bisher geſagt worden, iſt offenbahr, daß, da der Druck EX im Stande des Gleichgewichts, dem Wiederſtand R gleich iſt, ſich dieſer letztere durch eben die Lienie DX ausdrücken läßt. Wenn alſo das Stück einerley bleibt, ſo iſt dieſer Wiederſtand der Höhe des Zylinders proportional, welcher der Gewalt der flüſſigen Materie wiederſteht: iſt aber der Calieber des Geſchützes verſchieden, ſo iſt dieſer Wiederſtand den Diametern der Kugeln proportional. Eben dieſes gilt auch von den Vorſchlägen, welche nach dem Calieber des Geſchützes eingerichtet, und nicht angeſetzt oder in einander gedrückt werden. Die Lienie XFZ wird alsdenn die Scale des Drucks ſeyn, die am Anfang ſtark divergiren wird. Wenn man aber den Vorſchlag ſo ſtark anſetzt, als möglich, ſo wird durch das Reiben gegen die Oberfläche der Seele, der Wiederſtand merklich vermehret, die Scale des

Drucks verwandelt ſich alsdenn in die Lienie KHY, und in dieſer iſt der erſte Druck EK um deſto gröſſer, als der andre Druck EX, je mehr das Reiben der Vorſchläge gröſſer, als die Kraft der Trägheit der erſtern Vorſchläge oder der Kugel iſt. Die ganze Scale KHY iſt auch in dieſem Falle viel weiter von der Axe EG. entfernet, als die Lienie XFZ. Beym Anfange kann die Scale KHY zwar etwas ſtärker von der Axe EG divergiren als die andere, ſie wird aber ſehr geſchwinde convergirend, folglich liegt die gröſte Ordinate in denſelben dem Punkte E weit näher als die gröſte Ordinate der andern Scale XFZ.

Es würde zu langweilig ſeyn, alle die Verſuche zu beſchreiben, durch welche man alles das, was von §. 150. bis am Ende des vorigen geſagt worden, beweiſen könte. Ich hoffe auch, daß man von der Gründlichkeit der vorigen Schlüſſe viel leichter überzeugt werden wird, wenn man ſich nur die

Mühe nimmt, etwas darüber nachzudenken. Allenfals kann man aus dem, was noch kommen wird, verſchiedene einfache und in der Ausübung ſehr bequeme Mittel herleiten, um die Richtigkeit der vorigen Sätze zu beweiſen.

§. 156. Aus dem, was bewieſen worden, erhellet auch, wie dick der Körper eines gewiſſen Geſchützes bey jedem Punkte der Seele ſeyn muß. Denn da die Dicke des Geſchützes bey jedem Punkte der Seele dem Drucke der elaſtiſchen Materie in eben dieſem Punkte das Gleichgewicht halten muß, ſo muß dieſe Dicke den dieſen Punkten entſprechenden Ordinaten proportional ſeyn (Anfangsgründe der Phyſik und Mechanik.)

Ohngeachtet dieſe Scalen ſehr verſchieden ſeyn könten, ſo kommen dabey doch nur vier Fälle vor:

1) Die Scale des Drucks kann dem Zylinder der Seele parrallel ſeyn, und

in

in dieſem Falle muß das Geſchůtz über=
all gleich dick ſeyn.

2) Die Scale kann ſich von E bis G von
der Axe A F G entfernen. In dieſem
Falle muß das Geſchůtz ebenfals über=
all gleich dick ſeyn, weil die Dicke deſ=
ſelben der gröſten Ordinate der Sca=
le proportional ſeyn muß. Eben ſo
verhält es ſich damit, wenn die Sca=
le ſich erſtlich von der Axe bis auf ei=
nen gewiſſen Punkte entfernet, und
von dieſem an mit der Axe parrallel
fortgehet.

3) Die Scale des Drucks kann ſich von
E an bis auf einen gewiſſen Punkt von
der Axe entfernen, und von demſelben
an ſich dem Zylinder der Seele wieder
nähern. In dieſem Falle muß die
Dicke des Geſchůtzes bis an dieſen
Punkt gleich ſtark und mit der größten
Ordinate im Gleichgewicht ſeyn, und
von dieſem Punkte an kann ſie nach

der Verhältniß der entſprechenden Ordinaten wieder abnehmen.

4) Endlich kann ſich die Scale von dem Punkte F an ſchon dem Zylinder beſtändig nähern, und in dieſem Falle kann die Dicke des Geſchützes auch von dem Boden bis an der Mündung abnehmen.

§. 157. Wenn die Dicke eines Geſchützes auf dieſe Weiſe proportionirt iſt, ſo kann man daraus die ganze Scale des Drucks im viertem Falle des vorhergehenden Paragraphen herleiten, und einen Theil der Scale im dritten Falle, von dem Punkt an, wo ſich dieſelbe der Axe zu nähern anfängt. In den beyden übrigen Fällen kann man aus der Dicke des Geſchützes blos den gröſten Druck der flüßigen Materie beſtimmen.

§. 158. Die Erfahrung zeigt, daß, wenn man Schießgewehre, als Flinten, Büchſen, ꝛc. mit Luſt-Pulver, Pirſch-Pulver, Canon-

non=Pulver, 2c. ladet, und die Vorſchläge ſtark anſetzet, man die Scale des Drucks in praktiſchen Fällen nach dem vierten Fall betrachten kann; und wenn man die Vorſchläge etwas weniger anſetzet, ſo kann man auch die Scale im dritten Falle ziemlich genau bekommen, weil ſich die gröſte Ordinate in dieſer Scale deſto weiter von dem Raum E, worin die Kugel lieget, entfernet, je ſchwächer der Vorſchlag angeſetzet und dadurch zuſammengedrückt wird. In dem folgenden Capitel werden Regeln angegeben werden, um dergleichen Erfahrungen gehörig anzuſtellen, und dadurch werden wir uns auch in den Stand ſetzen, die Scalen des Drucks in einem jeden Geſchütz, es ſey von welchem Calieber es wolle, zu beſtimmen.

Vier=

Viertes Capitel.

Von der anfänglichen Geſchwindigkeit der Körper, welche aus dem Geſchütz geſchoſſen werden, und von dem Geſetz, nach welchem die bewegende Kraft in dergleichen Arten von Geſchütze würket, deren Seele zylindriſch iſt.

§. 159.

Man kann die anfängliche Geſchwindigkeit der Körper, welche aus einem gewiſſen Geſchütz getrieben werden, auf dreyerley Art beſtimmen. Die erſte Art beſtehet darinnen, wenn man die Lienie weiß, welche der Körper beſchreibt, und aus der Natur derſelben die anfängliche Geſchwindigkeit herleitet. Bey der zweiten Art bedienet man ſich einer Maſchiene, durch deren Hülfe man die Geſchwindigkeit beſtimmt, mit der der Körper aus der Mündung fähret.

Und

Und wenn die Dicke eines gewiſſen Geſchützes überall dem Drucke der flüßigen Materie proportional iſt, ſo kann man daraus die dritte Art herleiten.

Die erſte Art iſt ſchon in den Anfangsgründen der Phyſik und Mechanick hinlänglich abgehandelt worden, und in dem folgenden Capitel ſoll auch noch etwas davon geſagt werden. Es bleibt uns in dieſem Capitel alſo nur noch übrig, die zweite und dritte Art abzuhandeln.

§. 160. Der Herr Benjamin Robins, ein Engliſcher Geometer, iſt, ſo viel ich weiß, der erſte geweſen, der darauf gedacht hat, die anfängliche Geſchwindigkeit, mit der die Kugel bey einem kleinen Gewehr aus der Mündung fährt, durch Hülfe einer Maſchiene zu beſtimmen.

Die Art, nach welcher derſelbe verfährt, beſtehet darinnen, daß er ſeine Kugeln gegen ein Pendulum ſchießt, welches ſich ſo frey als möglich um ſeine Axe bewegt; dergeſtalt

geſtalt, daß, wenn die Kugel in das Pendulum dringt, dieſes vermöge dem Stoß einen kleinen Bogen beſchreiben muß.

Wenn man nun die Sehne dieſes Bogens auf das genauſte mißt, und das Gewicht der Kugel und des Penduli, das Centrum gravitatis und oſcillationis, dieſes letztern, nebſt der Entfernung des Punkts, worin der Stoß geſchehen, von der Axe bekannt ſind, ſo kann man daraus die abſolute Geſchwindigkeit beſtimmen, mit der die Kugel auf das Pendulum geſtoſſen.

Wenn man ſich eines ſolchen Penduli
Fig.16 CE zu Flinten und Büchſen bedienen will, ſo muß man es ſowohl als die Axe A B, unter der es ſich bewegt, von Eiſen machen, und dieſe Axe A B muß ohngefehr einen Fuß lang und perpendikular auf das Pendulum CE ſeyn. An dem Theil DE befeſtiget man durch Hülfe einiger Schrauben ein dickes hölzernes Brett, welches ohngefähr $\frac{3}{4}$ Fuß lang, und eben ſo breit iſt, damit die Kugeln

geln, welche in daſſelbe dringen, nicht bis hinten an das Eiſen ſchlagen können.

Um dieſes Pendulum zum Gebrauch ſo bequem als möglich einzurichten, ſo befeſtiget man die Axe deſſelben an einem Gerüſte, welches nach Art eines Hebezeuges gemacht iſt, ſo daß ſich dieſelbe frey bewegen kann, und unten legt man ein Stück Holz GKH, welches zirkelförmig ausgerundet iſt. Dieſer Zirkel wird aus dem Mittelpunkt C. mit einem Halbmeſſer beſchrieben, welcher etwas gröſſer iſt, als CE, und die Fläche deſſelben muß in eben der Fläche liegen, worin das Pendulum oſcillirt, dergeſtalt, daß, wenn man in E einen kleinen Stift EF befeſtigt, derſelbe auf der Oberfläche GKH, welche man mit etwas Staub bedecket, den Bogen bezeichnen kann, welchen das Pendulum durch ſeinen erſten Schwung beſchreibet. Fg. 17

Der Erfinder bedienet ſich anſtatt des ausgeholten Holzes eines Bandes, welches

bey

bey E angeheftet iſt, und ſich bey dem Schwunge des Penduli unter zwey Platten durchziehet, die in einem Stücke Holz befeſtiget ſind, welches quer durch die Schenkel des Gerüſtes gehet. Die Länge des beſchriebenen Bogens wird alsdenn durch die Länge des Bandes gemeſſen, welches ſich zwiſchen die Platten durchgezogen.

§. 161. Wenn man bey dieſem Inſtrument, nachdem es auf die vorhin gezeigte Art geſtellt worden, das Gewicht P des ganzen Penduli, die Entfernung des Centri gravitatis L von dem Punkt C in der Axe, um der ſich das Pendulum bewegt, weiß, und dieſe Entfernung CL = a ſetzet; ferner die Entfernung des Centri oſcillationis M von dem Punkt C in der Axe oder CM = d; und die bekannte Länge CF = b = den Halbmeſſer ſetzet, mit dem der Bogen GKH auf dem Stück Holz beſchrieben worden; wenn ferner das Gewicht der Kugel = q, und endlich die Sehne = c des

durch

durch den erſten Schwung beſchriebenen Bogens auf dem Holze GKH bekannt ſind. ſo findet man durch dieſe bekannte Stücke die Geſchwindigkeit, welche dem Pendulo durch den Stoß mitgetheilet worden, und folglich auch die Geſchwindigkeit, mit der die Kugel gegen das Brett angefahren.

Die Entfernungen CL, CM findet man nach der in den Anfangsgründen der Ph. und Mech. gegebenen Anleitung. Daſelbſt findet ſich auch, daß das momentum inertiæ eines Körpers, welcher ſich um eine Axe drehet, dem Producte aus der Entfernung des Centri gravitatis von der Axe in die Entfernung des Centri oſcillationis von eben der Axe gleich iſt, und daß die Gröſſe der Bewegung durch das Product aus dem momento inertiæ in der Geſchwindigkeit des Penduli, welche der Quadratwurzel aus dem Sinu verſu des Bogens gleich iſt, welcher durch das Centrum oſcillationis beſchrieben worden, ausgedrückt wird.

Nachdem dieſes vorausgeſetzt worden, wollen wir erſtlich annehmen, daß die Kugel gegen das Centrum oſcillationis M des Penduli geſchoſſen wird. Um die Geſchwindigkeit dieſes Punktes zu finden, ſo ſetze man $b : c = d : \frac{c.\,d.}{b}$ ſo iſt $\frac{c.\,d}{b}$ die Sehne, und $\frac{c^2 d}{2b^2}$ der Sinus verſus des von dieſem Punkt beſchriebenen Bogens; und die Geſchwindigkeit dieſes Punkts in einer Sekunde iſt $= \sqrt{\frac{38 c^2 d}{2b^2}} = \frac{c}{b}\sqrt{19\,d}$ (Anf. Gr. der Ph. und Mech.). Wenn man nun dieſe Geſchwindigkeit durch das momentum inertiæ des Penduli und der Kugel, weil dieſe nicht zurück ſpringt, das iſt, durch $Pad + qd^2$ multiplicirt, ſo iſt die Gröſſe der Bewegung $= \frac{c}{b} \times (Pad + qd^2) \times \sqrt{19\,d}$

Es ſey ferner u die Geſchwindigkeit, mit der die Kugel gegen das Pendulum ſtößt.

ſtöſt. So bald die Kugel in das Pendulum dringt, nimmt dieſelbe die Bewegung dieſes letztern mit an, folglich iſt uqd^2 die Gröſſe der Bewegung der Kugel, folglich iſt beym Gleichgewichte $uqd^2 = \frac{c}{b} \times (Pad + qd^2) \sqrt{19d}$ folglich

$$u = \frac{c \times (Pa + qd) \sqrt{19d}}{bdq}$$ und alſo die verlangte Geſchwindigkeit bekannt.

§. 162. Zweitens ſtoſſe die Kugel gegen einen andern Punkt D, welcher von dem Centro oſcillationis verſchieden iſt. Es ſey ferner $f =$ der Entfernung des Punkts D von der Axe, um der ſich das Pendulum bewegt, x die Geſchwindigkeit dieſes Punkts, ſo wird die Gröſſe der Bewegung des Punkts D durch $x(Pad + qd^2)$ ausgedrückt. Fg. 18 Iſt nun wieder u die Geſchwindigkeit der Kugel, mit der dieſelbe gegen das Pendulum anfährt, ſo iſt uqf^2 die

Gröſſe der Bewegung deſſelben. Wir haben alſo dieſe Gleichungen

$$x\,(Pad + qd^2) = uqf^2$$

in

$$x = \frac{uqf^2}{Pad + qd^2}$$

Weil nun die Bewegung des Penduli eben ſo erfolget, als wenn die ganze Maſſe deſſelben in dem Centro oſcillationis vereinigt wäre, welches Centrum ſich verändert, wenn die Kugel in das Pendulum gedrungen; und die Entfernung dieſes neuen Centri oſcillationis G von der Axe, durch das momentum inertiæ $Pad + qf^2$ dividirt, durch $Pa + qf$, ausgedruckt wird, ſo iſt $CG = \frac{Pad + qf^2}{Pa + qf}$ Nun verhalten ſich die Halbmeſſer CD, CG wie die Geſchwindigkeiten der Punkte D, G, weil ſie die Bogen DO, GH in einerley Zeit beſchreiben. Folglich iſt $CD : CG = f : \frac{Pad + qf^2}{Pa + qf}$

Und eben ſo verhält ſich auch die Geſchwin-

digkeit

digkeit des Punkts D $= x = \frac{uqf^2}{Pad + qf^2}$ zu der Geſchwindigkeit des Punkts G $= \frac{uqf}{Pa + qf}$ $= \sqrt{38 GI}$, indem hier GI den Sinus verſus des Bogens GH bedeutet.

Wenn man die Geſchwindigkeit u, mit der die Kugel auf das Pendulum ſtößt, beſtimmen will, ſo muß man noch einen andern Werth von $\sqrt{38 GI}$ ſuchen. Nun iſt die Sehne c des Bogens bekannt, welchen das Pendulum beſchrieben, der Halbmeſſer CF $= b$ iſt ebenfals bekannt, folglich iſt der Sinus verſus dieſes beſchriebenen Bogens $= \frac{c^2}{2b}$ Es verhält ſich nun der Halbmeſſer CF zu dem dazu gehörigen ſiun verſo wie die Halbmeſſer CG zu ſeinem Sinu verſo GI, oder es iſt $b : \frac{c^2}{2b} = \frac{Pad + qf^2}{Pa + qf} : \frac{c^2 x (Pad + qf^2)}{2b^2 (Pa + qf)}$ folglich wird die Ge-

 ſchwin-

ſchwindigkeit des Punkts G durch

$\sqrt{\left(\frac{38c^2}{2b^2} \times \frac{(Pad + qf^2)}{(Pa + qf}\right)}$ ausgedrückt.

Hält man nun dieſe zwey verſchiedene Ausdrücke, von eben der Geſchwindigkeit gegen einander, ſo wird

$$\frac{qfu}{Pa + qf} = \frac{c}{b} \sqrt{\left(19 \frac{(Pad + qf^2))}{Pa + qf}\right.}$$

und alſo die verlangte Geſchwindigkeit

$$u = \frac{c\sqrt{(19(Pad + qf^2)(Pa + qf))}}{bqf.}$$

§. 163. Man merke indeſſen hierbey:

1) Daß das ganze Gewicht nud die Länge des Penduli ſo beſchaffen ſeyn müſſen, daß daßelbe nach dem Stoß einen ſehr kleinen Bogen, ohngefähr von 4 oder 5 Grad beſchreibt.

2) Weil die Kugeln in das Pendulum ſtecken bleiben, ſo wird das ganze Gewicht deſſelben vermehrt, das Centrum gravitatis und oſcillationis verändern ſich alſo, folglich muß man nach jedem Schuß

Schuß den Werth von P, a, d, aufs neue beſtimmen.

§. 164. Die Maſchiene, welche die 19 Figur vorſtellet, iſt von dem Herrn Mattey, Königlichen Mechanicus, erfunden worden, und dienet dazu, um die Geſchwindigkeit zu beſtimmen, mit der die Kugel aus der Mündung eines Gewehres fährt. Der Haupt-Theil dieſer Maſchiene iſt ein horizontales Rad A B, welches oben in C an einer verticalen Axe C D befeſtigt iſt. Um dieſe Axe kann das Rad durch Hülfe der Gewichte und Gegengewichte Q, welche an dem Seile G G angebracht ſind, herum gedrehet werden, indem man dieſelben vermittelſt der Kurbel N beſtändig in die Höhe windet. Man kann auch dieſes Rad auf eine beliebige andere Art herum drehen, wenn nur die Bewegung deſſelben ſchnell, gleichförmig, und nicht unterbrochen oder ruckweiſe geſchiehet. Rund um das Rad A B herum, befeſtiget man einen Kranz von

Schreib-Papier, der ohngefähr $\frac{1}{3}$ von einem Fuß, wie AE, BF, hoch iſt. Der Lauf M, welchen man loßſchießen will, muß 10 bis 12 Fuß von dem Rade entfernet ſeyn, und auf einem feſten und unbeweglichen Geſtelle befeſtigt werden, und die Richtung deſſelben muß ſo beſchaffen ſeyn, daß die Kugel, indem ſie das Papier in H und K durchdringt, die Lienie HK beſchreibt, welche dem Diameter AB des Rades gleich iſt. Endlich ſetzt man in der Entfernung KR ohngefähr von zwey oder drey Fuß ein unbewegliches hölzernes Brett, und zwar von büchen Holz, damit die Kugeln darinnen ein reguläres Loch machen.

Um ſich dieſer Maſchiene zu bedienen, muß man wiſſen, wenn das Rad AB, indem es herumgedrehet wird, eine gleichförmige Bewegung hat, und wie groß die Zeit iſt, welche daßelbe anwendet, um ſich einmal ganz herum zu drehen. Dieſes kann man durch verſchiedene Kunſtgriffe erfahren

ren. Ich habe mich bey meiner Maſchiene des folgenden bedienet. Ich ließ an der Axe CD ein kleines Rad IL dergeſtalt befeſtigen, daß der Mittelpunkt deſſelben auſſerhalb der Axe fiel. Dieſes kleine Rad ſtieß jedesmahl, wenn es ſich ganz herum gedrehet, an eine hölzerne Zunge dergeſtalt, daß ſich dieſelbe horizontal bewegen muſte. Oberhalb oder nicht weit von dem Ende der Zunge hieng ich ein einfaches Pendulum auf, welches ich ſo lange bald lang, bald kurz machte, bis es ſeine Schwingungen in eben der Zeit machte, in der die Zunge eine horizontale Bewegung machte.

Die Länge dieſes Penduli dienet dazu, und die Zeit zu beſtimmen, welche das Rad anwendet, um ſich einmal herum zu drehen. So bald man gewahr wird, daß das Pendulum und die Zunge einen Schwung in einerley Zeit machen, ſchießt man das Gewehr loß. Wenn man alsdenn das Rad ſtille ſtehen läßt, ſo wird man in dem Pa-

 piere

piere zwey Löcher gewahr, davon das eine bey dem Eingang und das andere bey dem Ausgang der Kugel durch das Papier gemacht worden. Man kann dieſe beyde Löcher leicht von einander unterſcheiden; denn da, wo die Kugel herausgegangen, iſt das Papier ein wenig nach außen zu gebogen. Alsdenn zieht man einen Faden nach der Richtung der Lienie MR, und bringt den Mittelpunkt des Lochs H, welches die Kugel beym Eingange gemacht hat, in dieſer Lienie, und alsdenn ſiehet man, wie weit das Loch K, durch welches die Kugel heraus gegangen, von der geraden Lienie MR entfernet iſt. Dieſe Entfernung drückt den Raum aus, den ein Punkt des Rades während der Zeit beſchrieben, welche die Kugel angewendet, um den Diameter des Rades zu durchlaufen.

§. 165. Nachdem man nun die ganze Einrichtung und den Gebrauch dieſer Maſchiene geſehen, ſo wird es nicht ſchwer

ſeyn,

ſeyn, die Geſchwindigkeit, mit der ſich die Kugel durch den Diameter des Rades bewegt, und folglich die Geſchwindigkeit derſelben in einer Secunde zu beſtimmen. Es ſey D der Diameter des Rades, C die Peripherie deſſelben, t die Zeit, welche das Rad anwendet um einmahl herum zu kommen, m der Raum, den ein Punkt in der Peripherie des Rades in eben der Zeit beſchrieben, welche die Kugel angewendet, um den Diameter zu durchlaufen; ſo iſt $m : D = C : \frac{C \times D}{m}$ und das vierte Glied dieſer Proportion iſt der Raum, welcher die Kugel mit einer gleichförmigen Bewegung in eben der Zeit beſchreiben würde, in der das Rad einmahl herum kömmt. Wenn man nun den Raum wiſſen will, den die Kugel in einer Secunde mit einer gleichförmigen Bewegung beſchreiben würde, das iſt die anfängliche Geſchwindigkeit der Kugel, und dieſe

u nennet, ſo iſt $t : 1 = \frac{C \times D}{m} : \frac{C \times D}{t\,m}$ und alſo $u = \frac{C \times D}{t\,m}$ die verlangte Geſchwindigkeit.

Bey meiner Maſchiene, wenn ihre Bewegung gleichförmig iſt, war $t = \frac{3}{7}$ Secunden, $D = 6$ Fuß, und folglich $C = \frac{22 \times 6}{7}$:

Wenn man nun dieſe Zahlen in der Formel vor die Geſchwindigkeit ſetzet, ſo iſt $\frac{C \times D}{t.\,m} = \frac{3960}{21.\,m} = u$ Wenn man alſo den Buchſtaben m durch einen Bruch ausdrückt, deſſen Einheit ein Fuß iſt, ſo bekommt man die Geſchwindigkeit u in Fußmaße. Wenn z. B. die Erfahrung $m = \frac{1}{4}$ Fuß angiebt, ſo wird $\frac{3960}{21.\,m} = \frac{3960}{21.\,\frac{1}{4}} = 754\frac{6}{21}$ Fuß $= u$.

§. 166. Mit dieſer beſchriebenen Maſchiene ſind nachfolgende Verſuche angeſtelt worden.

worden. Der Erfolg derſelben bahnet uns den Weg, verſchiedene wichtige Aufgaben in der Artillerie aufzulöſen. Die Gewehre, deren man ſich bey dieſen Verſuchen bedienet, waren folgende:

1) Ein Muſqueten-Lauf von $2\frac{1}{2}$ Unze Kalieber, deſſen Diameter 6, 10 Lienien, und die Länge 3 Fuß, 4 Zoll, 3''' war. Die bleyerne Kugeln dazu wogen 59, 20 bis 60, 4 Denar, und ihr Diameter war 6 Zoll 8''' Lienien.

2) Ein anderer Muſqueten-Lauf, deſſen Calieber $3\frac{1}{2}$ Unze, und die Länge der Seele 3 Fuß, 5 Zoll, 8 Lien. war. Die bleyerne Kugeln dazu wogen $82\frac{1}{2}$ bis 83 Denar, und ihr Diameter war 7 Zoll, 5 Lienien ohngefähr.

3) Ein Lauf, der inwendig ſchneckenförmig gezogen, und deſſen Seele 1 Fuß, $11\frac{1}{2}$ Z. lang und der Calieber $\frac{5}{8}$ bis $\frac{2}{3}$ Unzen war. Die bleyerne Kugeln dazu wogen $\frac{6}{8}$ Unzen, folglich muſten ſie mit aller Gewalt in der Kugel hereingeſtoſſen werden.

4) Ver-

4) Verſchiedene Flinten-Läufe von verſchiedener Länge, deren Calieber 1 Unze, und der Diameter alſo 5 Lienien war. Die bleyerne Kugeln dazu wogen 23, 8 bis 23, 10 Denar, und ihr Diameter war 4 Zoll, 10 Lienien.

Das Pulver, deſſen man ſich bey dieſen Verſuchen bediente, war von der §. 40. beſchriebenen Art.

Der Propf auf dem Muſquetenlauf war $\frac{1}{6}$ von einem Bogen Concept-Papier, und in kleine Stücke zerriſſen, damit er nicht den papiernen Kranz um den Rade zerreiſſen konte. Der Propf in die Flinten-Läufe und in dem gezogenen Rohr war $\frac{1}{9}$ von eben dem Papier, und ſo, wie geſagt, zubereitet. Alle dieſe Pröpfe ſchob man bis auf das Pulver ohne ſie anzuſetzen, ſondern ein und eben derſelbe Menſch drückte ſie nur etwas zuſammen.

Endlich hat man bey dieſen Verſuchen mit auf die Feuchtigkeit der Luft geſehen; weil

weil die Würkungen nach dem verſchiedenen Zuſtande derſelben ſehr verſchieden ſind (§.137.).

§. 167. Folgende Verſuche ſind bey drey verſchiedenen Zuſtändeu der Atmoſphäre in Abſicht auf die Feuchtigkeit gemacht worden, und man ſiehet daraus die anfängliche Geſchwindigkeit, welche vor dem Flintenlauf, welcher 2 Fuß, 1 Zoll, 7 Lienien lang war, gefunden worden.

Anfängliche Geſchwindigkeit.

Pulver zur Ladung 9 Denar am Gewicht.	Bey ſehr feuchtem Wetter.	Bey dem mitlern Zuſtande der Atmoſphäre.	Bey ſehr trocknen Wetter.
		Fuß.	
Ordin. Pulver	826	915	960
Fein Pulver	931	1030	1085
Pirſch-Pulver	929	1010	1058
Luſt-Pulver	929	1012	1055

Außer-

Außerdem beobachtete man nicht allein die Aerometer, ſondern man merkte auch an, daß bey ſehr feuchter Witterung fünf Minuten nach dem Schuß die Seele inwendig ſo naß war, daß das Nitrum fixum völlig zerging oder deliqueſcirte. Dahero war der Auswiſcher, mit dem man den Lauf jedesmal reinigte, allemahl voller Unreinigkeiten. Bey ſehr trocknem Wetter hingegen war nach vielen Minuten noch kein Zeichen der Feuchtigkeit in dem Lauf zu ſpühren, und der Wiſcher war kaum etwas beſchmiert.

Der Erfolg dieſer Verſuche zeigt:

1) Daß die Geſchwindigkeit bey trocknem Wetter ohngefähr $\frac{1}{7}$ gröſſer iſt, als die Geſchwindigkeit, welche bey ſehr feuchten Wetter gefunden worden.

2) Daß der Satz zu dem feinem Pulver die vortheilhafteſte Verbindung iſt, welche man aus Salpeter, Schwefel und Kohlen vor Flintenläufe machen kann.

Ich

Ich muß hier noch als einen beſonders merkwürdigen Umſtand anmerken, daß die Geſchwindigkeiten, welche bey feuchten Wetter von dieſer Art Pulver hervorgebracht wurden, beynahe immer einander gleich waren. Bey dem mitlern Zuſtand der Atmoſphäre hingegen, waren die Abweichungen zwiſchen dieſen Geſchwindigkeiten bis $1\frac{1}{2}$ aufs Hundert, und bey ſehr trocknen Wetter ſtiegen ſie bis auf viere aufs Hundert.

§. 168. Aus den folgenden Verſuchen, welche mit Läufen von verſchiedener Länge und Calieber bey dem mitlern Zuſtande der Atmoſphäre angeſtellet worden, ſiehet man ebenfals, daß das feine Pulver das ſtärkſte iſt.

Art der Läufe.	Art Pulver	Gewicht in Den.	Anfängliche Geſchwindigkeit.
Flintenl. deren Seele 1 F. 13.5 L. lang.	Fein Pulv.	9	825 Fuß
	Pirſchpulv	9	811 —
	Luſtpulver	9	814 —

Art der Läufe.	Art Pulver	Gewicht in Den.	Anfängliche Geſchwindigkeit.
Gezognes Rohr	Fein Pulv.	9	1160 Fuß
	Pirſchpulv	9	1138 —
	Luſtpulver	9	1147 —
Musqueten=Läuf von $2\frac{1}{2}$ Unze Calieber	Fein Pulv.	$22\frac{1}{2}$	1160 —
	Pirſchpulv	$22\frac{1}{2}$	1143 —
	Luſtpulver.	$22\frac{1}{2}$	1140 —
Flintenl. deſſen Seele 2 Fuß 1 Zoll, 7 L. lang.	Fein Pulv.	9	1030 —

Eben dieſes zeigen auch die Verſuche, welche der Herr Major Ronzini im Auguſt 1761 mit einem ſehr gut verfertigten kleinen Mortier vorgenommen. Dieſer war im 45° elevirt, und warf eine eiſerne Kugel 33, 4 Pfund ſchwer, und war auf ein Klotz befeſtigt, der 750 Pfund wog. In ſeiner Kammer ging eine Unze Pulver, und die Würfe geſchahen allezeit mit einer Unze Pulver, auf den kein Vorſchlag geſetzt wurde, um bey jedem Schuß ſo viel möglich, alle

Umſtän=

Umſtände einander gleich zu bekommen. Bey dieſer Vorſichtigkeit gingen die Würfe folgender maßen:

Pulver.		Weite der Würfe.
Musqueten-Pulver	—	444 Fuß
Fein Pulver —	—	531 —
Pirſch-Pulver —	—	524 —
Luſt-Pulver —	—	528 —

§. 169. Um zu zeigen, wie viel das Gewicht der Kugel, und der Raum, welcher zwiſchen der Kugel und der innern Oberfläche der Seele bleibet, und den man den Spiel-Raum nennet, dazu beytragen, um die Geſchwindigkeit der Kugel zu verändern, ſo bediente ich mich dreyerley Arten von Kugeln zu dem großen Musqueten-Lauf, und zweyerley zu dem Flinten-Lauf, deſſen Länge 2 Fuß, 1 Zoll, 7 Lien. war.

Der Calieber der erſten Art von Kugeln zu dem groſſen Musqueten-Lauf war 3½ Unze, und der Diameter der Kugeln 7 Lienien ohngefähr, und eine jede wog

ohngefähr $8\frac{1}{2}$ bis 83 Denar. Der Calieber der Kugeln von der zweiten Art war etwas über 3 Unzen, ihr Diameter war 7 Lienien 1'''' und ihr Gewicht 70 bis 71 Denar.

Und endlich war der Diameter der Kugeln von der dritten Art 7 Lienien 5'''' wie bey den Kugeln von der erſten Art, ſie wogen aber nur 70 bis 71 Denar, wie die Kugeln von der zweiten Art. Um ſie ſo leicht zu bekommen, wurde beym großen ein kleiner leichter Stein in dieſelbe gebracht.

Die Kugeln von der erſten Art zu dem Flintenlauf, waren die (§. 166 N. 4.) beſchriebene von 1 Unze im Calieber. Die von der zweiten Art aber waren von eben dem Calieber, von dem die Kugeln (§. 166 N. 3) zu dem gezogenen Rohre waren, und wogen $\frac{6}{8}$ Denar. Um endlich noch eine dritte Art von Kugeln zu bekommen, ſo wikelte man die Kugeln zu dem gezogenen Lauf in Papier, ſo wie in die Patronen vor die Infanterie, ſo daß ſie von ſich ſelbſt bis auf den Boden

den des Laufs gingen, wenn derſelbe rein war.

Zu dem groſſen Muſqueten-Lauf nahm man 30 Denar fein Pulver zu jeder Ladung, und bey den Flinten 9 Gran von eben dem Pulver. Dadurch bekam man folgende anfängliche Geſchwindigkeiten bey dem mitlern Zuſtande der Luft in Abſicht auf die Dünſte.

	Kugeln.		Anfängliche Geſchwindigkeit.
Großer Muſqueten-Lauf	1. Art	—	1050 Fuß
	2. Art	—	1100 —
	3. Art	—	1227 —
Flintenlauf	1. Art	—	1030 —
	2. Art	—	1088 —
	3. Art	—	1106 —

Aus dieſen Erfahrungen ſiehet man alſo, daß die Kugeln von der zweiten Art eine gröſſere Geſchwindigkeit erhalten haben, als die Kugeln von der erſten Art, ohngeachtet die flüßige Materie, wegen den gröſ-

ſern Spiel-Raum, häufiger neben der Kugel durchſtreichen konte. Man ſiehet auch hieraus, daß, indem man durch die Kugeln von der dritten Art, den Spiel-Raum kleiner gemacht, und alſo verhindert, daß die flüßige Materie nicht durchwiſchen können, und den Kugeln ſelbſt ein kleiner Gewicht gegeben, man dadurch die gröſte anfängliche Geſchwindigkeit erhalten.

§. 170. Folgende Erfahrungen zeigen die anfängliche Geſchwindigkeiten, welche von verſchiedenen Ladungen fein Pulver bey dem mittlern Zuſtande der Atmoſphäre in Abſicht auf die Dünſte hervorgebracht werden.

	Fein Pulver zur Ladung.		Anfängliche Geſchwindigkeit.
Flintenlauf 2 Fuß 1 Zoll 7 Lien. lang	6 Denar	—	830 Fuß
	9 —	—	1030 —
	12 —	—	1177 —
Groſſer Muſquetenlauf 2½ Unze Calieber.	15 —	—	892 —
	22½ —	—	1120 —
	30 —	—	1222 —

Ich

Ich muß hier anmerken, daß man die Ladung zu die Flinten im Felde nicht deswegen 9 Denar annimmt, damit man mit dieſer Ladung einen gleichen und weitern Schuß bekömmt, als man mit einer ſtärkern Ladung erhalten würde, ſondern damit der Lauf nicht gar zu bald zu heiß werde, wenn er oft hinter einander abgefeuert wird, und alſo wegen der groſſen Hitze ſchwer zu handthieren wäre.

Ohngeachtet dieſe, und die §. 168. und 169. mit Flinten-Läufen gemachte Verſuche bey dem mittlern Zuſtande der Luft angeſtellet worden, und nur die Geſchwindigkeiten von dem Flintenlauf der 2 Fuß, 1 Zoll, 7 Lien. lang war, in dieſem und §. 167. gegebenen Verzeichniß ſtehen; ſo kann man nichts deſtoweniger daraus durch die Regeln der Proportion die Geſchwindigkeiten vor die andern Läufe bey ſehr feuchter, oder ſehr trockner Witterung finden.

Z. B. Wenn man die Geſchwindigkeit in dem groſſen Muſquetenlauf, der mit 30 Denar Pulver geladen worden, bey ſehr trocknem Wetter wiſſen wolte, ſo bekommt man dieſelbe durch folgende Proportion: Man weiß, daß dieſe Geſchwindigkeit bey dem mitlern Zuſtande der Atmoſphäre, 1222 Fuß, und daß die Geſchwindigkeiten in dem Flintenlauf bey dem mitlern Zuſtande der Luft und bey ſehr trocknem Wetter, 1030, 1085 Fuß waren, folglich macht man dieſe Analogie $1030 : 1085 = 1222 :$ $\frac{1222 \times 1085}{1030} = 1287 =$ der verlangten Geſchwindigkeit.

§. 171. Dieſe Methode um die anfängliche Geſchwindigkeit zu finden, läſſet ſich bey allen Arten von Schießgewehren anbringen, ſie mögen lang oder kurz ſeyn, und wenn man dieſe anfänglichen Geſchwindigkeiten weiß, ſo iſt man im Stande das Geſetz zu beſtimmen, nachdem die flüßige ela-

ſtiſche

ſtiſche Materie bey den verſchiedenen Punkten in der Länge einer zylindriſchen Seele auf die Kugel würket. In dieſer Abſicht nimmt man drey, vier, oder mehrere Läufe von verſchiedener Länge, aber einerley Calieber, ladet ſie mit einerley Quantität von einerley Pulver, ſchieſt ſie loß, und mißt alsdenn die anfängliche Geſchwindigkeit, welche die Kugel in einem jeden von dieſen Läufen bekommen. Nachdem dieſes geſchehen, ſo trage man auf einer geraden Lienie AR von Fg. 20 A nach R zu die Länge dieſer Läufe von dem Punkt, wo die Kugel liegt, bis an der Mündung, z. B. AC ſey dieſe Länge des kürzeſten, AD die Länge des mitlern, AB die Länge des groſſen Laufs. In den Punkten C, D, B, ziehe man auf AR die Lienien CE, DF, BG, u. ſ. w. perpendikulär, und davon eine jede der Geſchwindigkeit der Kugel in dem dazu gehörigen Laufe proportional iſt; ziehet man nun durch die Punkte A, E, F, G, u. ſ. w. eine gerade Lienie, ſo

iſt dieſelbe die Scale der Geſchwindigkeiten in den Räumen AC, AD, AB, welche die Kugel mit einer beſtändig beſchleunigten Bewegung beſchrieben. Drückt man nun die Natur dieſer krummen Lienie durch eine Gleichung aus, ſo kann man daraus auch nachgehends die Scale SMNO des Drucks der flüßigen Materie auf die Kugel finden.

§. 172. Um dieſes zu bewerkſtelligen, nahm ich vier Flintenläufe von 1 Unze Calieber, lud dieſelben mit 9 Denar fein Pulver; die übrige Umſtände waren wie im §. 166. und bey dem mitlern Zuſtande der Luft fandt ſich folgendes:

Länge des Laufs von dem Punkt, wo die Kugel liegt, bis zur Mündung.		Anfängliche mitlere Geſchwindigkeiten
0 Fuß, 6 Zoll, 1 Lien.	—	615 Fuß.
1 — 0 — 2 —	—	825 —
2 — 0 — 4 —	—	1030 —
2 — 10 — — —	—	1077 —

Wenn

Wenn man nun hiermit nach der in vorigen Paragraphen gezeigten Methode verfährt, und das Verhältniß zwiſchen den Abſciſſen und Ordinaten unterſucht, ſo ergiebt es ſich, daß die Scale A E F G der Geſchwindigkeiten eine Ellipſe iſt, deſſen kleine halbe Axe A R, 2 Fuß, 10 Zoll, und die halbe groſſe Axe 1077 Fuß ohngefähr lang iſt, und von H nach R, und ſo weiter fortgehet. Hieraus folgt alſo:

1.) Daß im gegenwärtigem Falle die Scale des Drucks, nemlich S M N O eine gerade Lienie iſt, welche, wenn ſie verlängert wird, die gerade Lienie A R in dem Mittelpunkt R der Ellipſe durchſchneidet.

2) Daß, wenn unter den beſchriebenen Umſtänden die Läufe länger ſind, als A R, die überflüßige Länge keinesweges etwas zur Vermehrung der Geſchwindigkeit beyträgt.

Um eine Formel zu geben, durch die man die anfängliche Geſchwindigkeit vor ſolche Läufe beſtimmen kann, welche kürzer als AR ſind, und mit 9 Denar fein Pulver in horizontaler Richtung abgefeuert werden, und zwar, wenn ſich die Atmoſphäre im mitlern Zuſtande befindet, ſo iſt, weil die Summe des Drucks $ARS = RH^2$, hieraus $AS = 409386$ Fuß. Nun laſſe man AD die Länge eines nach Gefallen angenommenen Laufes bedeuten, ſo drückt der Inhalt des Vierecks ADNS die Summe des Drucks aus, und iſt alſo $\frac{AS \times (AR^2 - DR^2)}{2AR}$ $= 144489 \times (\frac{289}{36} - DR^2)$ Die anfängliche Geſchwindigkeit aber, welche zu dieſem Viereck gehört, wird durch die Quadrat-Wurzel aus eben demſelben ausgedrückt, und iſt $DF = u = \sqrt{(144489(\frac{289}{36} - DR^2))}$ die verlangte Formel.

Um hiervon ein Beyſpiel zu geben, ſey AD $= \frac{1}{6}$ Fuß, und DR = 2 Fuß, 8 Z. deſſen Quadrat

drat $\frac{64}{9} = \frac{256}{36}$ ſetzet man nun dieſen Werth in die Formel, ſo wird $DF = u = \sqrt{}(144489 \times (\frac{289}{36} - \frac{256}{36})) = \sqrt{}(144489 \times \frac{33}{36}) = 363$ Fuß vor die anfängliche Geſchwindigkeit.

§. 173. Die §. 172. gezeigte Art, und die Geſchwindigkeit von jeder Länge zu beſtimmen, iſt in der Ausübung und zwar in den Fällen ſehr bequem, wenn der Propf ſtark zuſammengedrückt und auf das heftigſte angeſetzt worden, und ſich alſo die gröſte Ordinate in der Scale des Drucks dicht bey der Kugel, oder doch nicht ſehr weit davon befindet. In dieſem Falle iſt es nicht ſchwer, die krumme Lienien, deren Ordinaten die Geſchwindigkeiten angeben, regulär zu machen, wenigſtens durch eine Näherung, und alsdenn die Natur derſelben geometriſch auszudrücken, um davon die Scale des Drucks zu bekommen. Wenn aber die gröſte Ordinate in der Scale des Drucks weit von dem Raum abliegt, den die Kngel einnimmt, wie ſolches bey ſchlechtem

tem Pulver, oder wenn der Vorſchlag nicht gut angeſetzet worden, ohngeachtet das Pulver gut iſt, zuweilen geſchiehet: ſo muß man, um die krumme Lienie, welche die Geſchwindigkeiten ausdrückt, zu bekommen, die Verſuche nicht allein mit ſolchen Läufen anſtellen, deren Länge im vorigen Paragraphen angegeben worden; ſondern auch noch andere Läufe nehmen, in denen die Kugel von dem Punkt, wo ſie liegt, bis zur Mündung, nur einen ſehr kleinen Raum, z. E. zwey, drey, oder vier Calieber des Laufs, zu beſchreiben hat. Alsdenn kann man die krumme Lienie vor die Geſchwindigkeiten von ihrem Anfangspunkt an beſchreiben, und dieſelbe durch eine bequeme Näherung regulär machen, wenn ſie die Erfahrung nicht ſchon ſelber ſo beſtimmt.

§. 174. Wenn man nun wiſſen will, wie die Scale des Drucks fortgehet, ſo weiß man, daß die Geſchwindigkeit der Quadrat-Wurzel aus der Summe des Drucks

pro-

proportional iſt. Wenn alſo dieſe Geſchwindigkeiten CE, DF, eine kleinere Verhältniß gegen einander haben, als die Quadrat-Wurzeln aus den von der Kugel beſchriebenen Räumen AC, AD oder der Länge der Läufe von dem Punkt wo die Kugel liegt, bis zur Mündung; ſo wird der dazu gehörige Theil SMN von der Scale des Drucks bis zur Mündung konvergiren, und wenn dieſe gedachte Scale mit der Lienie AR parrallel iſt, ſo verhalten ſich die Geſchwindigkeiten wie die Quadrat-Wurzeln aus den dazu gehörigen Längen der Läufe. Iſt aber die Verhältniß der Geſchwindigkeiten CE, DF gegen einander gröſſer als die Verhältniß der Quadrat-Wurzeln aus den Längen AC, AD, ſo wird ſich die Scale SMN von der Directions-Lienie AR von dem Punkt, wo die Kugel liegt, bis zur Mündung entfernen.

§. 175. Endlich kann man, wenn die anfängliche Geſchwindigkeit = U und die

Natur

Natur der Scale des Drucks der flüßigen Materie bekant ſind, vermittelſt der Formel $U = \frac{\sqrt{57\,n p l A}}{2r}$, (welche ich in den Anfangs-Gründen der Phyſik und Mechanick angegeben habe:) in der A die Höhe eines Barometers der mit der Kugel aus einerley Materie verfertigt iſt, und l die Länge des Laufs von dem Punkt wo die Kugel aufliegt bis zur Mündung, p die Verhältniß zwiſchen dem Inhalt der Fläche ASND und das Recktangel aus AS und AD, r den halben Diameter der Kugel, bedeuten: den Werth des Buchſtaben n finden, welcher anzeigt, wie viel mal die flüßige Materie welche auf die Kugel wirkt, wann ſie die gröſte Kraft ausübt, elaſtiſcher iſt als die natürliche Luft.

Um hiervon ein Beyſpiel zu geben, nehme man den Flinten-Lauf (§ 172) deſſen Seele 2 Fuß 4 Lienien lang war, ſo iſt r = 2 Fuß 0. Zoll 4 Lienien und A = 1 Fuß

1 Fuß, 8 Zoll, 8 Lien. $r = 2$ Lien. $5''''$; $u =$ 1030 Fuß, nimmt man nun $p = \frac{12}{30}$ an, und ſetzt alle die Werthe in der Formel, ſo bekommt man.

$$1030 = \sqrt{\frac{57 \times 1' 8'' 8''' \times 2' 0'' 4''' \times \frac{12}{30} n}{0' 0'' 4''' 10''''}}$$

und alſo $n = 280$ mahl ohngefähr gröſſer, als die mitlere Elaſticität der Atmoſphäre.

§. 176. Wenn man die anfängliche Geſchwindigkeit der Kugel in kleinen Gewehren zu finden weiß (§. 165.), ſo kann man dadurch nicht allein die anfängliche Geſchwindigkeit finden, mit der eine Kugel aus einem Canon herausgeht; ſondern auch von dieſer Art von Geſchütz diejenige Ladung beſtimmen, mit der man am weitſten ſchießt (§. 88.). Außerdem kann man auch das Geſetz beſtimmen, nach welchen die mit Feuer angefüllte flüßige Materie auf die Kugel in dem Kanon würket, die gröſte Elaſticität derſelben, und bey welchem Punkte der Seele ſich dieſelbe äußert; kurz, man kann

bey den Kanons alle die Aufgaben auflöſen, welche bey den Flinten- und groſſen Muſqueten-Läufen vorgefallen, und von §. 167. bis hieher aufgelöſet worden.

Um nun die anfängliche Geſchwindigkeit der Kanon-Kugeln zu beſtimmen, muß man ein groſſes und breites Ziel ausſuchen, welches überall von gleicher Materie iſt, und leicht durchdrungen werden kann. Kann man dergleichen nicht bekommen, ſo muß man eins von guter und durchgeſiebter Erde machen laſſen, die man hernach überall, ſo viel möglich, gleich feſte ſchlägt. Gegen dieſes Ziel thut man verſchiedene Schüße aus Kanons, die man dichte dabey pflanzet. Die Kanons müßen aber ſo weit von einander ſtehen, daß, wenn die Kugel aus dem einen Kanon in das Erdreich gedrungen, durch die Erſchütterung der Erde nicht das Eindringen der Kugeln aus den andern Kanons erleichtert werde. Nachdem man alle dieſe Kanons

nons abgefeuret hat, ſo mißt man auf das genaueſte wie tief jede Kugel in das Erdreich eingedrungen. Die gefundene Tiefe ſetzet man vor S in der Formel $S = f \delta u u$ welche ſich in den Anfangsgr. der Ph. und Mech. befindet, und in der δ den Diameter der Kugel, f ihre beſondere Schwehre und u die Geſchwindigkeit bedeutet, mit der die Kugel auf das Erdreich geſtoſſen; und alsdann bekommt man $u = \sqrt{\frac{S}{f \delta}}$

Nachdem dieſes geſchehen, ſo ſchieſſe man gegen eben dieſes Erdreich einen groſſen Musketen-Lauf los, aus dem die Kugel mit einer Geſchwindigkeit geht, welche wir ſchon oben gefunden haben; meſſe die Tiefe des Eindrucks der Kugel in das Erdreich und ſetze dieſen Werth wieder vor ſ in der vorigen Formel; da nun f u. δ bekannt ſind, ſo bekommt man einen relativen Werth von u. Hierauf ſchlieſſe man alſo.

Dieſe relative Geſchwindigkeit der Musqueten-Kugel verhält ſich zu ihrer wirklichen anfänglichen Geſchwindigkeit, wie die relative Geſchwindigkeit der Kanon-Kugel zu ihrer wahren anfänglichen Geſchwindigkeit. Z. E. Man ſetze, daß der Diameter der bleyernen Musketen-Kugel oder $\delta = \frac{1}{24}$ F. und daß die Kugel 2 Fuß $= S$ in den Wall hinein gedrungen wäre. Da nun die beſondere Schwehre des Bleyes oder $f = 9060$ ſo iſt $u = \sqrt{\frac{S}{f\delta}} = \sqrt{\frac{48}{9060}}$

Der Diameter der Kanon-Kugel ſey ferner $\frac{1}{4}$ Fuß $= \delta$ und dieſe ſey 7 Fuß $= S$ tief in das Erdreich gedrungen: da nun die beſondere Schwehre des Eyſens oder $f = 6115$ ſo wird $u = \sqrt{\frac{s}{f\delta}} = \sqrt{\frac{28}{6115}}$

Iſt nun die Geſchwindigkeit der Musketen-Kugel 1200 Fuß, ſo bekommt man

$$\sqrt{\tfrac{48}{9060}} : 1200 = \sqrt{\tfrac{28}{6115}} : \frac{1200\sqrt{\tfrac{28}{6115}}}{\sqrt{\tfrac{48}{9060}}} = 1036$$

= 1036 Fuß, vor die verlangte anfängliche Geſchwindigkeit der Kanon-Kugel.

Durch Hülfe der angegebenen Formel laſſen ſich noch andere Dinge beſtimmen: z. E. wie tief die Kugeln von verſchiedenen Caliebern, und verſchiedenen Materien, und wenn ſie ſich mit verſchiedenen Geſchwindigkeiten bewegen, eindringen; wenn man weiß wie tief eine gewiſſe Kugel, deren Diameter, beſondere Schwehre, und Geſchwindigkeit gegeben ſind, in das gedachte Ziel eingedrungen.

§. 177. Wenn man mit den § 89 beſchriebenen Kanons nach Anleitung des vorhergehenden Paragraphen dergleichen Verſuche anſtellt, und ſie mit ordinairen Pulver, als die 32- und 16pfündigen mit $\frac{3}{8}$ von dem Gewicht der Kugel, und die kleinern mit der Helfte von dem Gewicht der Kugel, ladet, ſo findet man, daß, wenn das Wetter weber zu trocken noch zu feucht iſt, die mitlere Geſchwindigkeit der

 32pfün-

32pfündigen ohngefähr 800, der 16pfündigen 850 bis 860 Fuß iſt. Bey den 8pfündigen iſt dieſelbe etwas gröſſer als 900. F. und bey den 4pfündigen etwas kleiner.

Im Julio 1764. erfand der Hr. Lieutenant Debutet eine ſehr artige und einfache Manier die Geſchwindigkeit der Kugeln bey allen Arten von Schieß-Gewehren zu beſtimmen; und dieſe beſtehet darinnen. Er befeſtigt, an einer Maſchiene, an der ſich ein Rad befindet, welches ſich mit einer hinlänglichen Geſchwindigkeit gleichförmig bewegen kann, eine kleine Platte, in der ſich ein kleiner beweglicher Stift befindet. Dieſer Stift wird vermittelſt einem Faden, der quer über die Mündung geht, in einer kleinen Entfernung von der Oberfläche des Rades erhalten. So bald nun die Kugel zur Mündung heraus geht, ſo reiſt ſie den Faden entzwey, und dadurch bekommt eine ſehr elaſtiſche Feder Gelegenheit zu würcken. Dieſe drückt den Stift gegen

das

das Rad, welches ſich herum bewegt. In dieſem Rade wird alsdenn ein Bogen ſo lange beſchrieben, bis die Kugel gegen ein bewegliches Ziel ſtößt, welches wenig Fuß entfernet iſt, und alsdenn verurſacht, daß der Stift zurücke geht. An dieſem Ziehl befeſtigt man einen Stock deſſen anderes Ende an der Platte feſt gemacht iſt, dergeſtalt, daß, wenn das Ziel zurücke geht, der Stock den Stift zurücke zieht; und alsdenn hört den Augenblick der Stift auf einen Bogen zu beſchreiben.

Wenn man nun die Geſchwindigkeit mit der ſich das Rad bewegt, die Entfernung von der Mündung bis an das Ziel und die Gröſſe des beſchriebenen Bogens weiß, ſo kann man daraus den Raum finden den die Kugel in einer Secunde mit einer gleichförmigen Bewegung beſchreiben würde, welches ihre anfängliche Geſchwindigkeit iſt.

Um aber das Reiben zu verhindern, welches den Erfolg dieſer Unterſuchung zweydeutig machen würde, ſo macht man in der Oberfläche des Rades eine Rinne, in welcher der Stift herrein ſchlägt, und klebt ſie mit Talg wieder zu; alsdenn macht der Stift darinnen einen Eindruck, ohne ſonderlich durch den Wiederſtand aufgehalten zu werden. Durch Hülfe eben dieſer Platte, kann man die Zeit beſtimmen, welche die Kugel anwendet, um die Länge der Seele zu durchlaufen, desgleichen die anfängliche Geſchwindigkeit der Bomben, und den Wiederſtand, welchen dieſelbe von der Luft leiden; wenn man nur bey Unterſuchungen von dieſer Art die gehörige Veränderungen mit der ganzen Einrichtung vornimmt.

§. 178. Wir wollen nunmehro zu der dritten Art gehen, die anfängliche Geſchwindigkeit zu beſtimmen, mit der ſich die Kugeln aus dem Geſchütz bewegen, deſſen Seele zylindriſch iſt. (§ 159) Hierbey muß man

nun

nun hauptſächlich bedencken, daß, weil die Kugel, indem ſie von der Ruhe zu der Bewegung übergeht, beſtändig neue Grade der Geſchwindigkeit bekomt, indem ſie von ihrer erſten Lage E bis an die Mündung G fortgeht, hieraus folgt, daß ſie den Druck der flüßigen Materie zum Theil aufhebt, und daß dieſe blos mit dem Ueberſchuß ihrer Geſchwindigkeit, über die Geſchwindigkeit der Kugel, auf dieſe letztere würken kann. Dieſer Ueberſchuß der Geſchwindigkeit der flüßigen Materie über die Geſchwindigkeit der Kugel nimmt aber immer mehr und mehr ab, je näher die Kugel der Mündung kommt, dergeſtalt daß, wenn die Seele gar zu lang wäre, der Druck der flüßigen Materie auf die Kugel völlig aufhören würde; nichts deſtoweniger aber, würde der Druck der flüßigen Materie gegen die innere Oberfläche der Scale noch immer fortdauren. In die Fg. 13
Scale XYZ des Drucks auf die Kugel,

die mit der Scale XNO des Drucks gegen die innere Oberfläche der Seele eben den Anfangs=Punkt X hat, ſind alſo die Ordinaten HY, GZ kleiner als die zu eben den Abſciſſen gehörige Ordinaten HN, GO; folglich werden die Differenzen NY, OZ immer gröſſer je mehr ſich die Kugel der Mündung G nähert.

Wenn alſo die Dicke des Geſchützes der ganzen Länge der Seele nach, der Ladung proportionirt iſt, deren man ſich bedienet, ſo bekommt man bey jedem Schuß allezeit zwey Scalen. Eine davon drückt den Druck aus, den die innere Oberfläche der Seele von der Gewalt der flüßigen Materie auszuſtehen hat; die andre zeigt den Druck der flüßigen Materie auf die Kugel bey jedem Punkte in der Länge der Seele an. Die erſte Scale, welche beſtändig nach der Mündung zu convergirt, wird aus dem Durchſchnitt hergeleitet, welche der Länge der Seele nach gemacht wird,

und dienet dazu, um die Gränzen anzuzeigen, welche die Geſchwindigkeit der Kugel niemals überſchreiten kann.

§. 179. Die Erfahrung zeigt uns, daß bey allen Arten von Schießgewehren, die Dicke des Laufs von dem Boden an bis nach der Mündung zu, immer abnehmen muß, wenn ſie ſo ſtarck geladen werden, als es im Gebrauch iſt, und die Vorſchläge darinnen ſo ſtarck angeſetzet werden, als es erfordert wird um den unnöthigen leeren Raum wegzuſchaffen, und nur den nöthigen Raum zwiſchen den Körnern übrig zu laſſen, um die Entzündung deſto beſſer zu befördern. Auf dieſe Art iſt das Gewehr hinlänglich im Stande der Gewalt des Pulvers an allen Orten zu wiederſtehen. Hieraus ſiehet man alſo, daß die Scale des Drucks gegen die innere Oberfläche der Seele, nach der Mündung zu convergirt, und daß ſich die gröſte Ordinate in dieſer Scale nicht weit von der

der Gegend befindet, welche die Kugel einnimmt.

Wenn man nun dieſe Scale des Drucks durch eine Gleichung ausdrücken will, ſo ziehe man die gerade Lienie KI mit der Directions-Linie EG parrallel, welche man als die Axe der rechtwinklichten Ordinaten betrachtet. Es ſey ferner der Drnck KE = p, die Abſciſſe EL = KI = x. Nun iſt die Ordinate IH der Lienie KHy beſtändig eine Function der Abſciſſe KI, folglich kann man KI beſtändig durch nx ausdrucken. Wenn man nun nx durch x multiplicirt, und m den Bruch bedeuten läſt, welcher dazu dienet, um die Fläche KIH zu quadriren, ſo wird das Produckt nmx^2 die Oberfläche KIH ausdrücken; nnn iſt das Recktangel EKIL = px, folglich iſt die Fläche EKHL = $px - nmx^2$ und wenn u die Geſchwindigkeit bedeutet, welche zu dieſer Fläche gehört, ſo iſt $u = \sqrt{(px - nmx^2)}$

§. 180.

§. 180. Um nun dieſe Formel auf einen beſondern Fall anzuwenden, ſo wollen wir eine von den häufigen Erfahrungen vornehmen, welche über 30 Jahr hinter einander in dem königlichen Zeughauſe angeſtellet worden, ſeit dem man in Piemont eine Gewehrfabrick angelegt hat. Ehe dieſe Gewehre ins Zeughaus gebracht und aufbehalten werden, werden ſie allezeit probirt, und dabey iſt jederzeit nur ein Officier von der Artillerie commandirt.

Mehr als 100000 dergleichen Gewehre ſind alle nach einem Modell verfertigt. Bey der Probe werden ſie mit 22 Denar ordinair Pulver geladen, auf der Ladung wird ein feſter Propf von Werk geſetzt, der ſehr gedrange in den Lauf gehet, und vermittelſt einem eiſernen Ladeſtock herunter geſtoſſen wird; wenn dieſer Propf auf das Pulver herunter iſt, ſo wird derſelbe noch mit einem Schlag mit dem Ladeſtock, der mit ganzer Gewalt herunter geſchmiſſen wird, ange-

angeſetzet. Auf dieſe Ladung ſetzt man eine Kugel von Bley 23½ Denar ohngefähr ſchwer, und auf dieſer wieder eben dergleichen Vorſchlag, und ſetzt denſelben auf die vorhin erwähnte Art an. Nachdem alle Läufe, welche probirt werden ſollen, auf dieſe Weiſe geladen worden, ſo werden ſie alle horizontal gerichtet, ſo, daß der Boden derſelben hinten an einen Balken ſtößt, damit ſie nicht zurücke fliegen; und denn werden ſie zweymal hinter einander abgefeuert.

Bey dergleichen Proben ſpringen gemeiniglich einige Läufe, und die Riſſe zeigen ſich bald an dem Boden, bald mitten in der Länge des Laufs, bald an der Mündung. Die Anzahl der Läufe, welche zerſpringen, iſt von einem Jahre zum andern, nachdem die Anzahl der probirten Läufe groß oder klein iſt, verſchieden. Da indeſſen die Anzahl der Läufe, welche aufreiſſen, gemeiniglich geringe iſt, und beynahe eben ſo viel

am

am Boden ſpringen, als im der Mitte oder an der Mündung, ſo haben die Herrn Officiers, welche ſie unterſuchen, und die Fabrikanten noch niemals vor nöthig gehalten, eine Veränderung in der Proportion dieſer Gewehre vorzunehmen. Man kann alſo von dieſen Läufen mit gutem Grunde behaupten, daß ihre Länge überall ſo proportionirt iſt, daß ſie die größte Gewalt der flüßigen Materie, welche ſich unter den vorhin beſchriebenen Umſtänden aus ordinärem Pulver entwickelt, aushalten können, wenn man dabey mit auf den Theil der flüßigen Materie ſieht, der durch das Zündloch und neben der Kugel fortgeht. Wenn man alſo einen von dieſen Läufen mit einer Fläche durch die Axe der Seele ſchneidet ſo kann man durch die §. 179. gegeben, Formel, die Gränzen finden, zwiſchen welche die Geſchwindigkeit der Kugel bey jedem Punkte der Länge der Seele eingeſchloſſen iſt.

§. 181

§. 181. Die Dicke der gedachten Läufe Fig. 21 bey jedem Punkte der Seele, wird durch eine gerade Lienie FD beſtimmt, welche ſich von dem Boden an bis nach der Mündung zu neiget. Sind nun in dem Lauf DCAP die Länge BE, BH und die Dicke EF, HL bekannt, ſo kann man daraus die Lage der geraden Lienie MON beſtimmen, welche die Scale des Drucks iſt, den die innere Oberfläche der Seele auszuſtehen hat; und die Ordinaten EM, HO, BN ſtehen mit den Lienien EF, HL, BD, in einerley Verhältniß. Wenn man die gerade Lienien EB, FD verlängert, ſo werden ſie ſich in dem Punkt R durchſchneiden, durch welche auch die gerade Lienie MN gehet (dieſes trift beſtändig zu, wenn auch FLD, MON zwey krumme Lienien ſind). Die Lienie ER, welche wir b nennen wollen, iſt alſo bekannt, läßt man nun $p = EM$ bedeuten, ſo bekommt man in dieſem Fall bey den vorhin gedachten Läufen, $n = \frac{p}{b}$ folglich $\Phi O = \frac{px}{b}$

$= \frac{px}{b} = nx$ und $m = \frac{1}{2}$ weil $M\varphi O$ ein Triangel iſt, folglich $nmx^2 = \frac{px^2}{2b}$ und demnach $U = \sqrt{(px - nmx^2)} = \sqrt{(px - \frac{px^2}{2b})}$ eine Gleichung vor die Ellipſe, die man nach §. 172. beſchreiben kann.

Nimmt man $p = 2b$, ſo iſt in dieſem Falle $U = \sqrt{(2bx - x^2)}$ eine Gleichung vor dem Zirkel, deſſen Diameter $2b$: Man beſchreibe alſo aus dem Mittelpunkt R mit der Entfernung $RE = b$ den Bogen EGK, ſo drücken die Ordinaten HG, BK die relative Geſchwindigkeiten aus, welche die Kugel in den Punkten H, B haben würde, wenn der Druck der flüßigen Materie auf dieſelbe das durch die Scale MON angegebene Geſetz beobachtete. Man merke

1) Wenn man bey den vorhergedachten Läufen den Wiederſtand des Propfes und der Kugel unveränderlich beybehält,

hält, allein eine geringere Quantität von eben dem Pulver zur Ladung nimmt; ſo iſt der Druck der flüßigen Materie bey dem Punkt E zwar beſtändig gleich groß, allein in den Punkten H, B, ꝛc. iſt dieſer Druck kleiner §. 152: folglich iſt auch die Geſchwindigkeit der Kugel bey dieſen Punkten kleiner.

2) Macht man bey der kleinern Ladung auch den Wiederſtand kleiner, indem man entweder einen kleinern Propf nimmt, oder denſelben nicht mehr ſo ſtark anſetzt, ſo iſt der Druck der flüßigen Materie ſowohl in E, als auch in H, B geringer.

3) Endlich iſt die Verhältniß des Drucks bey den gedachten Punkten entweder kleiner, oder gröſſer, oder der Verhältniß gleich, welche zwiſchen dem Druck entſteht, wenn man in der Formel die Dicke der gedachten Läufe,

nach

nach dem verſchiedenen Wiederſtande ſetzet. Alles dieſes folgt aus der vorhin erklärten Theorie, und die Erfahrung ſtimmt damit vollkommen überein.

§. 182. Dieſe Formel $U = \sqrt{(2bx - xx)}$ iſt beſonders bequem, wenn man durch eine Näherung beſtimmen will, wie viel die Länge eines Gewehrs zu der Weite der Schüſſe beyträgt. Es ſey zum Exempel ADP ein Gewehr, deſſen Dicke von dem Punkt E, wo die Kugel liegt, bis an der Mündung durch eine gerade Lienie beſtimmt wird, und dieſe Dicke ſoll nach der gröſten Ladung, welche man im Felde gebraucht, proportionirt ſeyn: Man will die Veränderung beſtimmen, welche in den Geſchwindigkeiten der Kugel, oder in der Weite der Schüße vorgeht, wenn man den Lauf kürzer, z. E. wie AH oder länger, wie z. E. AQ macht. Um dieſe Frage zu entſcheiden, verlängere man die gerade Lienien

EB, FD, bis ſie ſich in R durchſchneiden: aus dem Mittelpunkt R beſchreibe man mit der Entfernung RE einen Zirkel-Bogen EGK, und ziehe auf der geraden Lienie AR die Lienien HG, BK, QT, perpendikulär, ſo werden dieſe ziemlich genau die Verhältniß der Schußweiten ausdrücken, welche zu der Länge der Läufe gehören.

Ich ſage ziemlich genau; Denn wenn MON die Scale des Drucks der flüßigen Materie gegen die innere Oberfläche der Seele vorſtelt, ſo wird die andere Scale MYZ des Drucks eben der flüßigen Materie gegen die innere Oberfläche der Seele ſich der Lienie ER weit geſchwinder nähern und ſie berühren, oder auch wohl in einem Punkte S durchſchneiden. Aus dieſer Urſach wird EIUX die wahre Scale der Geſchwindigkeit der Kugel ſeyn, in der der Unterſchied zwiſchen den Geſchwindigkeiten der Kugel bey den Punkten H, B, Q kleiner iſt als in der andern Scale EGK. Die

Natur der krummen Lienie MYZ mag nun beſchaffen ſeyn, wie ſie will, ſo muß ſie doch die gerade Lienie RE nothwendig in einem gewiſſen Punkte S durchſchneiden, wenn ſie verlängert wird. Denn weil die flüßige Materie ſich immer mehr und mehr in der Länge der Seele ausdehnet, und zum Theil durch das Zündloch und den Spielraum herausfährt, ſo muß nothwendig ihre Geſchwindigkeit auf die lezt ſo klein werden, daß ſie nicht mehr im Stande iſt, die Kugel fortzutreiben.

Dieſer Punkt S iſt allezeit der Mittelpunkt einer in ſich ſelbſt wieder zurück gehenden und endlichen krummen Lienie EIUX, deſſen halbe Axe SE und der Parameter EM iſt; dieſer Punkt S dienet dazu um diejenige Länge eines jeden Gewehres, deſſen Seele zylindriſch iſt, zu beſtimmen, wo der Druck der flüßigen Materie auf die Kugel aufhört, unb alſo die Geſchwindigkeit derſelben nicht weiter ver-

mehret wird. Aus dem vorhergehenden iſt offenbahr, daß dieſer Punkt S in ein und eben demſelben Gewehr von dem Punt A verſchiedentlich entfernet iſt, nachdem ſich entweder das Pulver ſelbſt, oder die zur Ladung angenommene Quantität oder der Spielraum, oder die beſondere Schwehre der Kugel u. ſ. w. verändern.

§ 183. Die Kraft, welche die Theile des Metalles zuſammen hält, aus dem der Lauf verfertigt, oder den Werth des Buchſtaben q kann man durch die Erfahrung beſtimmen; denn der Diameter der Seele des Laufs oder $\frac{BP}{2} = r$ und die Dicke des Metalles oder $EF = m$ iſt bekannt: wenn man dieſe bekannte Gröſſen in der Formel $7200\,nr = mq$ (Anfangsgr. der Ph. und Mech.) ſetzet, ſo kann man dadurch die Elaſticität der flüßigen Materie oder $n = \frac{mq}{7200\,r}$ beſtimmen.

Wenn man ferner in der andern Formel $U = \sqrt{\left(\frac{57\, n A p l}{2r}\right)}$ (§ 175) den Werth der Buchſtaben n, r, und l = EB; A = der Höhe eines Barometers welches mit der Kugel aus einerley Materie verfertigt worden, p die Gröſſe, welche die Verhältniß zwiſchen das Trapezium EMNB und das Recktangel EM × EB anzeigt, ſetzet, ſo bekommt man die anfängliche Geſchwindigkeit U der Kugel.

Um hiervon ein Beyſpiel zu geben, ſey DAP ein Falkonet, deſſen Dicke zu einer gegebenen Ladung proportionirt iſt, der Diameter DP = 2r = $\frac{1}{12}$ Fuß, EF die gröſte Dicke des Metalles, in der Gegend, wo die Kugel liegt, oder doch ſehr nahe dabey, oder m = $\frac{1}{24}$ Fuß; Wird nun die Zähigkeit des Metalles, aus dem das Rohr beſteht, oder diejenige Kraft welche erfordert wird, um einen Fuß von dieſem Metalle zu zerbrechen, durch 5760000 = q aus-

ausgedrückt, und man ſetzt dieſe Zahlen in der Formel $7200\,rn = mq$ ſo bekommt man $7200 \times \frac{1}{24}\,n = \frac{1}{24} \times 5760000$, und hieraus die gröſte Elaſticität der Materie, welche ſich aus dem Pulver in dieſem Geſchütz entwickelt hat, oder $n = 800$ mahl gröſſer als der mitlere Druck der Atmosphäre.

Um nun ferner die anfängliche Geſchwindigkeit, welche der Kugel von dieſer Ladung mitgetheilet worden, zu bekommen, ſey $EB = l = 2$ Fuß, $p = \frac{2}{3}$; iſt nun die Kugel von Bley, ſo wird $A = 1\frac{3}{4}$ Fuß ohngefehr. Dieſe Zahlen ſetze man in der Formel $U = \sqrt{\left(\frac{57\,nApl}{2r}\right)}$ ſo wird $U =$

$$\sqrt{\left(\frac{57 \times 800 \times (1\frac{3}{4}) \times \frac{2}{3} \times 2}{\frac{1}{12}}\right)} = 1130\ \text{F.}$$

die verlangte Geſchwindigkeit der bleyernen Kugel.

Iſt aber die Kugel von Eyſen, ſo iſt in dieſem Falle $A = 2\frac{1}{2}$ Fuß, folglich die

an=

anfängliche Geſchwindigkeit der eyſernen Kugel oder $U = \sqrt{\left(\frac{57 \times 800 \times 2\frac{1}{2} \times \frac{2}{3} \times 2}{\frac{1}{12}}\right)}$ = ohngefehr 1355 Fuß.

Anmerkung.

§. I.

Da man ſich öfters in practiſchen Fällen der Pendulen bedienet, ſo will ich hier ganz kürzlich zeigen, was bey der Bewegung derſelben vorkommt.

Es ſey ABCD der Durchſchnitt eines Körpers, welcher vermittelſt einer verticalen Fläche gemacht worden. Durch O gehe die Axe mit dem Horizont parrallel, dieſe iſt alſo in dieſem Punkt perpendikulär auf die verticale Fläche. I ſey das Centrum gravitatis des Körpers und die verticale Fläche ſoll durch daſſelbe gehen. Wenn man nun die Lienie OC ziehet, ſo iſt dieſelbe auf die Axe, um die ſich der Körper drehet, perpendikulär. Fg 27

Es ſey ferner die Maße des Körpers = M
die Länge O I = = = = f

Das Momentum inertiæ des Körpers in Abſicht auf die Axe, welche durch das Centrum gravitatis I, mit der Axe um welche ſich der Körper drehet, parrallel geht, ſey M k k ſo iſt M (ff + kk) das Momentum inertiæ in Abſicht auf die Axe um welche ſich der Körper drehet. Der Körper wird nun von der Schwehre ſollicitirt, deren Direction auf den Horizont perpendikulär iſt, und wenn man durch I die Lienie I H mit OC parrallel und beyde auf dem Horizont perpendikulär zieht, ſo iſt I H die mitlere Direction der ſollicitirenden Kräfte. Man ziehe O H auf I H perpendikulär, ſo wird M × OH das moment der Kräfte.

Nach Verfließung der Zeit t befinde ſich die Lienie in die Lage wie die Figur zeigt, und der Winkel COH ſey φ ſo iſt 1 : Sin φ = f: OH folglich OH = f Sin φ und alſo

ſo iſt Mf Sin φ das moment der Kräfte.
Iſt nun z die Winkelgeſchwindigkeit, ſo wird

$$dz = \frac{2gMf\,Sin\,\varphi\,dt}{M(f^2+k^2)} = \frac{2gf\,Sin\,\varphi\,dt}{f^2+k^2}$$

wenn ſich die Linie OI nach OC bewegt, geht aber OI von OC weg, ſo wird die Winkelgeſchwindigkeit vermindert, und es iſt

$$dz = -\frac{2g\,Sin\,\varphi\,dt}{f^2+k^2}$$

Wenn ſich aber die Lienie OI nach OC bewegt, ſo nimmt der Winkel φ ab, und es iſt

$$z = -\frac{d\varphi}{dt}.$$

auf der andern Seite iſt aber $z = \frac{d\varphi}{dt}$

folglich in beyden Fällen

$$dd\varphi = -\frac{2gfdt^2.\,Sin\,\varphi}{ff+kk}$$

§. 11. Durch dieſe Formel iſt man im Stande, die ganze Bewegung der Pendulen zu beſtimmen: denn man findet dadurch erſtlich die Geſchwindigkeit, welche daßelbe nach

nach Verfließung der Zeit t hat, oder in=
dem ſich die Lienie OI in einer gewiſſen Entfernung von der Perpendikulär Lienie OC befindet. Denn wenn man die vorige Formel mit 2 d φ multiplicirt, ſo wird nach geſchehener Integration

$$d\varphi^2 = \alpha\, dt^2 + \frac{2fg\, dt^2 \, Cos\, \varphi}{f^2 + kk}.$$

und alſo $\frac{d\varphi^2}{dt^2} = \varepsilon\varepsilon = \alpha + \frac{4fg\, Cos\, \varphi}{ff + kk}$

man weiß alſo die Winkelgeſchwindigkeit. Die beſtändige Gröſſe α kann man auf zweyerley Art beſtimmen. Geſetzt ε wäre $= c$ wenn die Lienie OI in OC fällt, ſo wird $Cos\, \varphi$ alsdenn $= 1$ folglich iſt in dieſem Falle $\alpha = cc - \frac{4gf}{ff+kk}$

Iſt aber der Winkel φ bekannt, wenn $\varepsilon = 0$ iſt, und dieſer wäre $= \omega$ ſo wird in dieſem Falle $\alpha = - \frac{4fg\, Cos\, \omega}{ff+kk}$ und alſo $\varepsilon\varepsilon = \frac{4fg}{ff+kk}$ $(Cos\, \varphi - Cos\, \omega)$

§. III.

§. III. Um die Zeit zu beſtimmen, kann man vor $\varkappa$ den zuerſt gefundenen Werth ſetzen, ſo wird

$$\varkappa\varkappa = c^2 - \frac{4gf(1+\mathrm{Cos}\,\varphi)}{ff+kk}$$

Der Bequemlichkeit wegen ſetze man $\frac{4gf}{ff+kk} = \lambda$

ſo wird $dt = \frac{-d\varphi}{\sqrt{(c^2-\lambda(1+\mathrm{Cos}\,\varphi))}}$

Es iſt aber $-d\varphi = \frac{2\varkappa d\varkappa}{\lambda\,\mathrm{Sin}\,\varphi}$ folglich

$$dt = \frac{2d\varkappa}{\sqrt{((c^2-\varkappa^2)(2\lambda-c^2+\varkappa^2))}}$$

oder $dt = \frac{2d\varkappa\left(1+\frac{\varkappa^2}{2\lambda-c^2}\right)^{-\frac{1}{2}}}{\sqrt{(2\lambda-c^2)}\times\sqrt{(c^2-\varkappa^2)}}$

Es ſey $2\lambda - c^2 = b^2$ ſo wird

$$dt = \frac{2d\varkappa\left(1+\frac{\varkappa^2}{b}\right)^{-\frac{1}{2}}}{b\sqrt{(c^2-\varkappa^2)}} = \frac{2d\varkappa}{b\sqrt{(c^2-\varkappa^2)}}\times\left(1-\frac{\varkappa^2}{2b^2}+\frac{1.3.\varkappa^4}{2.4.b^4}-\frac{1.3.5.\varkappa^6}{2.4.6.b^6}+\&c.\right)$$

und

und alſo $t = \frac{2}{b} \text{Arc. Sin} \frac{z}{c} - \frac{2}{b} \int \frac{dz}{\sqrt{(c^2 - z^2)}} \times$
$\left(\frac{z^2}{2b^2} - \frac{1.3.z^4}{2.4.b^4} + \frac{1.3.5.z^6}{2.4.6.b^6} - \&c. \right)$
wenn nun z und c ſehr klein in Abſicht auf b ſind, ſo wird ohne merklichen Fehler

$$t = \frac{2}{\sqrt{(2\lambda - c^2)}} \times \text{Arc. Sin} \frac{z}{c}$$

alſo wenn $z = c$ wird $t = \frac{\pi}{\sqrt{(2\lambda - c^2)}}$ wo π die halbe Peripherie bedeutet, und die ganze Zeit einer Oſcillation oder $2t = \frac{\pi \sqrt{(ff + kk)}}{\sqrt{2gf}}$ indem man c wegläßt, weil der Werth dieſes Buchſtaben in Abſicht auf gf ſehr klein iſt.

§. IV. Will man nun ein einfaches Pendul haben, welches mit dem Körper oder dem zuſammengeſetzten Pendul iſochron ſeyn ſoll, daß iſt, ein Pendul welches ſo beſchaffen iſt, daß, wenn man daſſelbe zu Anfangs mit der Lienie OI in einerley Lage bringt, die Winkel welche dieſe Lienie OI um

um das einfache Pendul und die Axe in gleichen Zeiten beſchreiben, man mag dieſe Zeiten gros oder klein annehmen, allezeit einander gleich ſind, ſo ſetze man die Länge dieſes Penduls δ und ſtelle ſich vor, die Maße des ganzen Körpers ſey in dem äuſſerſten Punkt dieſer Lienie vereinigt. Es fält alſo auch das Centrum Gravitatis in dieſem äuſſerſten Punkt, und alſo iſt der Werth des Buchſtaben k = o. Setzet man nun vor f in der vorigen Formel δ, ſo wird die Bewegung des einfachen Penduls durch $dd\varphi = -\frac{2g\,dt\,\mathrm{Sin}\,\varphi}{\delta}$ ausgedrückt; weil das einfache Pendul mit dem zuſammengeſetzten iſochron ſeyn ſoll, ſo wird $-\frac{2g\,dt\,f\,\mathrm{Sin}\,\varphi}{ff+kk} = -\frac{2g\,dt\,\mathrm{Sin}\,\varphi}{\delta}$

folglich $\delta = \frac{ff+kk}{f}$

Ein ſolches Pendul macht alſo eine Oſcillation in $\pi\sqrt{\frac{\delta}{2g}}$ Sekunden, welches leicht

aus

aus der vorigen Formel vor die Zeit zu erſehen. (§ III)

§. V. Die Länge dieſes einfachen Penduls beſtimmt nun das ſogenannte Centrum oſcillationis des Körpers; und darunter verſtehet man alſo denjenigen Punkt in dem Körper, der ſo beſchaffen iſt, daß wenn man die ganze Maße ſich in demſelben vereinigt vorſtelt, und man zöge durch dieſen Punkt eine gerade Lienie, auf die Axe perpendikulär, dieſe gerade Lienie eine Oſcillation in eben der Zeit vollendet, in der ſie der Körper vollendet.

§. VI. Man ſiehet auch aus der vorigen Formel vor die Zeit leicht ein, daß, wenn man die Zeit weiß in der ein Pendulum eine Oſcillation macht, man leicht das Centrum oſcillationis des Körpers beſtimmen kann. Geſetzt dieſe Zeit iſt τ Secunden ſo wird $\tau = \pi \sqrt{\frac{\mathfrak{d}}{2g}}$ folglich wird daraus $\mathfrak{d} = \frac{2g\tau\tau}{\pi\pi}$. z. E. ein Körper macht

macht m Oſcillations in n Secunden ſo wird er eine Oſcillation in $\frac{n}{m}$ Secunden machen, folglich wird $\tau = \frac{n}{m}$ und alſo $\delta = \frac{2g\,n^2}{m^2\,\pi\pi}$. Es ſey z. E. $n = 7$, $m = 30$ ſo wird $\delta = \frac{2g\,7^2}{30^2\,\pi\pi} = 0,506$ Rheinländiſche Fuß.

Will man z. E. die Länge des einfachen Penduls wiſſen, welches eine Oſcillation in einer Sekunde macht, ſo wird $\tau = 1$ Sekunde, folglich $\delta = \frac{2g}{\pi\pi}$. Da nun $g = 15,625$ Rheinländiſche Fuß, ſo wird $\delta = 3,166287$ Rheinländ. Fuß. Dieſes iſt alſo die Länge eines einfachen Penduls, welches Sekunden ſchlägt.

§. VII. Man kann ferner, wenn man das Centrum oſcillationis des Körpers weiß, das momentum inertiæ in Abſicht auf die

Axe finden, um welche ſich der Körper dre-
het. Denn da $\delta = \frac{ff + kk}{f}$ ſo wird
$M\delta f = M(ff + kk)$. Man bekommt al-
ſo dieſes momentum inertiæ wenn man die
Entfernung des Centri gravitatis von der
Axe in die Entfernung des Centri oſcilla-
tionis von der Axe, und das Product wie-
der durch das Gewicht des Körpers mul-
tiplicirt.

§. VIII. Wenn man die Winkelgeſchwin-
digkeit des Penduls weiß, ſo kann man da-
durch leicht die Geſchwindigkeit eines jeden
andern Punktes finden, deſſen Entfernung
von der Axe gegeben iſt. Es ſey u die Ge-
ſchwindigkeit eines gewiſſen Punktes in
dem Körper, deſſen Entfernung von der
Axe $= p$ iſt, ſo iſt $1 : \varkappa = p : u$ folglich u
$= p\varkappa$. Wenn nun alles das Vorhergehen-
de bleibt, ſo wird $\frac{uu}{pp} = \alpha + \frac{4g \text{ Cos } \varphi}{\delta}$
iſt nun b die Geſchwindigkeit dieſes Punkts,
wenn

wenn die Lienie, die von demſelben auf die Axe perpendikulär gezogen worden, in OC fällt, ſo wird $\alpha = \frac{bb}{pp} - \frac{4g}{\delta}$ folglich

$\frac{uu}{pp} = \frac{bb}{pp} + \frac{4g \, Cos \, \varphi}{\delta} - \frac{4g}{\delta}$ Weiß man nun den Winkel φ wenn $u = 0$ ſo kann man dadurch die anfängliche Geſchwindigkeit beſtimmen. Es ſey $\varphi = \omega$ wenn $u = 0$ ſo wird $bb = \frac{4gpp}{\delta}(1 - Cos \, \omega) = \frac{4gpp \, Sin \, Vers \, \omega}{\delta}$.

§. IX. Auf dieſe letztere Formel beruhet die Erfindung der Maſchienen des Herrn Robins und des Ritter d'Arcy, wenn damit die Lehre von dem Stoß der Körper verbunden wird. Um zu zeigen, worauf es dabey ankomme, ſey AB ein Pendul, deſſen Centrum oſcillationis in dem Punkt O in der Lienie AB iſt, welche durch das Centrum gravitatis des Körpers geht, und OA

 ſey

ſey = δ. Wenn nun eine Kugel gegen das Pendulum ſtößt und demſelben eine Geſchwindigkeit beybringt, dergeſtalt, daß es den Winkel BAC beſchreibt, ſo kann man die Sehne BC des beſchriebenen Winkels meſſen, und folglich die Geſchwindigkeit eines jeden Punktes des Penduls finden. Z. E. Man wolte die Geſchwindigkeit des Punktes P finden. Es ſey alſo AP = p. Die Sehne BC = c. Ziehet man CD auf AB perpendikulär, ſo wird BD der Sinus verſus des Winkels BAC, wenn der Radius AB. Iſt nun die ganze Länge des Penduls oder AB = a, ſo verhalten ſich der Sinus verſus der Winkel wie die Radii, folglich iſt a : 1 = BD : Sin. verſus BAC. Es iſt aber DB : BC = BC : 2 AB, folglich BC = $\frac{cc}{2a}$ und demnach Sin. verſ. BAC = $\frac{cc}{2a}$. Wenn nun b die anfängliche Geſchwindigkeit des Punktes P iſt, ſo wird nach der vorigen Formel $bb = \frac{2g\,pp\,cc}{\delta\,aa}$ Rheinländiſche Fuß:

Fuß: und wenn P ſelbſt das Cemtrum oſcillationis wäre, ſo iſt die Geſchwimdigkeit des Centri oſcillationis, weil p = δ alsdenn 2 g δ cc Rheinländiſche Fuß.

§. X. Wenn man aber die Geſchwindigkeit, auf der die Kugel in P gegen das Pendulum ſtößt, beſtimmen will, ſo ſey das Gewicht des ganzen Penduls = P, die Entfernung des Centri gravitatis von der Axe = f. Die Geſchwindigkeit der Kugel = u. So bald die Kugel gegen das Pendul ſtößt, ſo äußert ſie gegen daßelbe eine gewiſſe Kraft, und bringt demſelben eine gewiſſe Geſchwindigkeit bey, und dieſe Kraft würkt ſo lange, bis die Geſchwindigkeit der Kugel und des Punktes wo ſie anſchlägt, gleich geworden. Dadurch aber wird die Geſchwindigkeit der Kugel immer kleiner, weil das Pendulum zurückwürkt. Man ſtelle ſich alſo vor, V ſey die Kraft, welche in das Pendul, und ebenfals in die Kugel zurücke würkt, und

dieſe Kraft bringe dem Pendul in der Zeit dt die Winkelgeſchwindigkeit $d\varkappa$ bey, ſo iſt $pd\varkappa$ die Geſchwindigkeit des Punkts P. Wenn nun die Kugel perpendikulär auf AB anſchlägt, ſo iſt Vp das moment der Kraft V. Hieraus wird alſo $pd\varkappa$ oder $dz = \frac{Vp^2dt}{P\delta f}$, wo dz die Geſchwindigkeit des Punkts P und $P\delta f$ das momentum inertiæ bedeutet.

Es ſey ferner dy der Grad der Geſchwindigkeit, welchen die Kugel verliehrt. Weil ſich nun die Kugel mit um die Axe beweget, ſo muß ihre Bewegung auch als die Bewegung eines andern Penduls angeſehen werden. Iſt nun q das Gewicht der Kugel, ſo wird qpp das momentum inertiæ der Kugel in Abſicht auf die Axe, und Vp das moment der Kraft, welche in die Kugel würkt. Alſo iſt $dy = \frac{Vppdt}{qpp}$

Es iſt demnach $dz : dy = \frac{Vppdt}{P\delta f} : \frac{Vppdt}{qpp}$

folg-

folglich $z : y = qpp : P\delta f$. Nun hört die Kraft V auf, wenn die Geſchwindigkeit der Kugel und des Penduls einander gleich ſind, folglich muß $u - y = z$ ſeyn. Alſo wird $u = y + z = \frac{P\delta f z}{qpp} + z$

oder $u = \frac{(P\delta f + qpp)z}{qpp}$

Wenn nun die Kugel in das Pendul bleibet, ſo wird dadurch das Centrum gravitatis verändert. Iſt nun k die Entfernung deſſelben von der Axe, ſo iſt aus der Statik bekannt, daß weil die Kugel im Pendul ſticht $(P + q) k = Pf + qp$ wo f und p die vorhin angenommene Werthe haben. Alſo iſt $k = \frac{Pf + qp}{P + q}$ Das momentum inertiæ des Penduls aber, wenn die Kugel darinnen iſt, iſt $Pf\delta + qpp$, folglich iſt die Entfernung des neuen Centri oſcillationis von der Axe, wenn nemlich die Kugel in das Pendul iſt, das ich l nennen

will $= \frac{Pf\mathfrak{d} + qpp.}{Ff + qp.}$ Weil nun $z^2 = \frac{2gp^2c^2}{a^2 l}$ (§. IX).

ſo wird $z = \sqrt{\frac{2gp^2c^2}{a^2 d}} \times \frac{Pf + qp}{Pf\mathfrak{d} + qpp}$

folglich $u = \frac{c}{apq} \sqrt{2g(Pf + qp)(Pf\mathfrak{d} + qpp)}$

Wäre nun die Kugel im Centro oſcillationis des Penduls angeſchlagen, ſo wäre $p = \mathfrak{d}$ folglich $u = \frac{c}{aq}(Pf + q\mathfrak{d})\sqrt{\frac{2g}{\mathfrak{d}}}$

Und beyde Formeln drücken die Geſchwindigkeit der Kugel in Rheinländiſchen Maaß aus. Dieſe Formeln verwandeln ſich in die Formeln des Verfaſſers, wenn man hier b vor a, f vor p, und a vor f, und d vor $\mathfrak{d}$, ſetzet. Die Formel des Verfaſſers iſt aber nach dem Piede d'Eliprando eingerichtet, nach dieſem Maaß iſt g = 9, 56 Fuß, und folglich 2 g = 19, 12. Folglich, wenn man dieſes Maaß gebraucht,

u =

$$u = \frac{c}{aq}(Pf + q\delta)\sqrt{\frac{19}{\delta}}$$

In Teutſchland kann man ſich des Rheinländiſchen Maaſſes bedienen.

Zweite Anmerkung.

Mit der Maſchiene, welche der Verfaſſer Fg.29 (§ 164) beſchreibt, kann man eine andere verbinden, deren Einrichtung zwar ſehr einfach iſt, durch die man aber im Stande iſt, die anfängliche Geſchwindigkeit vor alle Arten von Geſchütz zu beſtimmen.

In der Entfernung von 15 bis 30 Fuß Fg.30 von dem Geſchütz, deſſen man ſich bedienet, laſſe man die Seulen A B, A B, die durch die Riegel A A, T U mit einander verbunden ſind, und auf einem Geſtelle ruhen mit dem Fuß B in die Erde ſetzen, damit ſie unbeweglich ſtehen. Die Höhe dieſer Seulen und ihre Breite und Dicke iſt wilkührlich; doch kann man dieſelbe etwas hoch machen laſſen, damit eine Bombe, wenn

der Mortier im 45° elevirt iſt, zwiſchen ſie durchgehen kann. Die eine Seule A B iſt von a bis d ausgeſchnitten und auf der einen Seite ſind Löcher l, l, ꝛc. ohngefehr 2 Zoll von einander eingebohrt, und dieſes in der Abſicht um dadurch einen kleinen eiſernen Zylinder b b zu ſtechen, um den ſich eine kleine Rolle R R drehen kann.

E D, E F ſind ein paar ſtarke elaſtiſche Federn, die an der eiſernen Platte G H befeſtiget ſind. Die Feder E D iſt nach dem Kanon zu gekehrt, und vornen ſehr ſpitz. Die andere Feder E F aber iſt nach der Spitze der Seule A B zu gekehrt, und hat vornen bey F eine kleine Schneide die mäßig ſcharf iſt. Die Platte G H mit den Federn, ſchraubt man an die Seule A B, welche ausgeſchnitten iſt, vermittelſt Schrauben feſte an.

Wenn man nun die Geſchwindigkeit einer gewiſſen Kugel beſtimmen will, ſo ſpant man die Feder E F vermittelſt eines

dazu

dazu bequemen Seiles, welches über die Rolle R geht und an der andern Seule AB in S befeſtiget wird.

Die Feder CD ſpant man ebenfals vermittelſt eines andern Seiles, welches nach der Mündung des Kanons zu geht, und vorher über eine kleine horizontale Rolle r gezogen wird. Ueber der Mündung des Kanons wird ein ander Seil geſpant, in deſſen Mitte das Seil, wodurch die Feder CD geſpant wird, befeſtiget wird.

Wenn uun die Federn ſtark genug geſpannt ſind, welches man durch die an der Seule AB angebrachten Schrauben P, Q bewerkſtelligen kann, ſo ſtelle man das Rad, welches der Verfaſſer beſchrieben, dichte an die Federn, dergeſtalt, daß wenn die Federn losſchnellen, ſie in dem Rande des Rades einſchlagen. In dieſer Abſicht, muß man den ganzen Rand des Rades mit Wachs ohngefehr $\frac{1}{4}$ Zoll dicke auslegen.

Das Kanon richte man nach dem Seile RS wodurch die Feder EF geſpannt wird. So bald nun das Kanon abgefeuret wird, ſo, reiſt die Kugel den über die Mündung geſpannten Faden entzwey, die Feder CD ſchnelt alsdenn los und macht in der Peripherie des Rades einen Eindruck und beſchreibt einen kleinen Bogen ſo lange bis die Kugel das zweite Seil entzwey reiſt, und dadurch die Feder EF Freyheit bekommt, auch loszuſchnellen. Dieſe ſchlägt von oben herrunter und macht einen kleinen Strich in der Peripherie des Rades; Wenn nun das Rad in Bewegung geſetzt worden, ſo weiß man auf dieſe Art den Bogen, den das Rad, deſſen Bewegung gleichförmig ſeyn muß, während der Zeit beſchrieben, welche die Kugel angewendet, um von der Mündung G bis an dem Seile RS zu kommen. Weil nun die Zeit bekannt iſt, in der das Rad einmal herum kommt, ſo kann man dadurch die Zeit finden, in der ein

ein Punkt des Rades den gegebenen Bogen beſchrieben. Folglich kann man dadurch auch, weil die Entfernung des Kanons von dem Seile RS bekannt iſt, die Geſchwindigkeit wiſſen, mit der die Kugel aus der Mündung gegangen.

Dabey merke man, daß man zu dem auf der Peripherie des Rades, durch die Federn bezeichneten Bogen, noch die Entfernung der Spitzen der Federn von einander hinzu rechnen muß.

Ich habe dieſe Maſchiene in der Abſicht erdacht, um auch mit groſſen Geſchütz einige Verſuche über den Wiederſtand der Luft zu machen, welche nicht mit ſonderlichen Erfolge angeſtelt werden können, wenn man nicht die anfängliche Geſchwindigkeit der Kugel weiß. Aus der Beſchreibung iſt leicht zu ſehen, daß der Erfolg derſelben allezeit richtig ſeyn muß, ſobald man nur ein Mittel hat, die Bewegung des Rades gleichförmig zu erhalten, welches

ches gewis geſchehen kann, da es der Verfaſſer ſelbſt zu wege gebracht hat. Ein jeder kann ſelbſt dieſe ganze Maſchiene zu ſeinem Gebrauch ſo bequem einrichten als er es vor nöthig befindet, und noch allerhand Verbeſſerungen hinzu ſetzen.

Dritte Anmerkung.

In dem 175 § giebt der Verfaſſer eine Formel an, davon ich den Beweis hier geben will. Es ſey n die gröſte Gewalt der flüßigen Materie oder vielmehr diejenige Zahl welche anzeigt, wie vielmahl die gröſte Elaſticität der flüßigen Materie ſtärker iſt als die Elaſticität der natürlichen Luft, und man ſetze daß dieſe gröſte Elaſticität durch den Raum oder die Länge AD des Laufs gleichförmig würket. Der Diameter der Kugel ſey $= 2r$; g ſey der Raum den ein ſchwehrer Körper in Luft-leeren Raum in einer Secunde frey herabfallen würde.

Ferner

Ferner ſey AC = x und die Geſchwindigkeit der Kugel bey C ſey z.

Man weiß aber daß der Druck oder die Elaſticität der Luft einer Waſſer-Seule gleich iſt, deren Höhe ohngefehr 32 Rheinl. Fuß iſt. Die gröſte Elaſticität der flüßigen Materie iſt alſo einer Luft-Seule gleich, deren Höhe 32. n Rheinl. Fuß. Man ſetze ferner die Materie aus der die Kugel beſteht ſey m mahl ſchwehrer als das Waſſer; ſo iſt die Waſſer-Seule deren Höhe 32 n, ſo ſchwehr als eine andere Seule, welche aus eben der Materie beſteht, woraus die Kugel verfertigt worden, und deren Höhe $\frac{32\,n}{m}$ Rheinl. Fuß iſt.

Da alſo die Seule und die Kugel von einerley Materie ſind, folglich einerley Dichtigkeit haben, ſo verhalten ſich die Gewichte derſelben wie die geometriſche Räume. Wenn man nun die Kugel in einen Zylinder verwandelt, deſſen Baſe der gröſte

Zirkel

Zirkel der Kugel, ſo iſt die Baſe dieſer beiden Zylinder einander gleich. Iſt nun P das Gewicht der Kugel ſo wird

$$\frac{4r}{3} : \frac{32n}{m} = P : \text{Gewicht der Seule.}$$

Dieſe Seule iſt die ſollicitirende Kraft, welche die Kugel in Bewegung ſetzet, und dieſe Kraft iſt alſo $= \frac{32.\ 3.\ m.\ P}{4.\ m.\ r}$

Wenn nun dz das Element der Geſchwindigkeit in C iſt, und dx das Element der Länge AC; ſo iſt nach den Grundſätzen der Mechanick.

$$z\,d\,z = \frac{2g \times 3.\ 32\ n\,dx}{4\ mr}$$

Weil nun voraus geſetzt wird, daß die Vis acceleratrix unveränderlich bleibt oder gleichförmig würkt, ſo wird

$$z^2 = \frac{4.\ g.\ 3.\ 32.\ nx}{4\ mr}$$

Will man nun die Geſchwindigkeit wiſſen, mit der die Kugel aus dem Lauf getrieben

ben wird, ſo ſetze man x = AD = l ſo wird

$$z^2 = \frac{4.g.3.32.nl}{4mr}$$

ſetzt man aber mit dem Verfaſſer $\frac{32.3.nP}{4mr} =$

a = AS ſo wird $zdz = \frac{2gadx}{P}$

folglich $zz = \frac{4gax}{P}$ oder das Quadrat der Geſchwindigkeit an der Mündung.

$$zz = \frac{4gal}{P}$$

Der Verfaſſer giebt ferner eine Scale an, welche das Geſetz beſtimmt, nachdem die veränderliche Kraft drückt, und jede Ordinate y derſelben ſtellt die Gröſſe der Kraft in dem Punkte der Abciſſe x vor, welche zu der Ordinate gehört. Wenn nun u die Geſchwindigkeit iſt, welche die Kugel von der veränderlichen Kraft einge druckt wird, ſo iſt $udu = \frac{2gydx}{P}$

folglich $uu = \frac{4g\int y\,dx}{P}$

Nun ſtellt der Raum ASND das Integral $\int y\,dx$ vor, folglich iſt das Quadrat der Geſchwindigkeit, welche die Kugel bey der Mündung durch die Würkung dieſer veränderlichen Kraft erhalten, oder

$$uu = \frac{4g\,ASND}{P}$$

Von der beſtändig gleichförmig würkenden Kraft a würde aber die Kugel eine Geſchwindigkeit erhalten, deren Quadrat $zz = \frac{4gal}{P}$

Folglich iſt $uu : zz = \frac{4g\,ASND}{P} : \frac{4gal}{P}$

Folglich $uu = \frac{ASND \times zz}{al}$

Es iſt aber auch $zz = \frac{4g.3.32nl}{4mr}$

Alſo iſt $uu = \frac{96.\,gnl.\,ASND}{mral}$

Nun iſt die Höhe eines Barometers, der mit

mit der Kugel von einerley Materie iſt, $\frac{32}{m} = A$ nach dem Verfaſſer. Ferner ſetzt der Verfaſſer $\frac{ASND}{al} = p$

Wenn man ſich nun der Benennungen des Verfaſſers bedienet, ſo wird

$$uu = \frac{6gnlpA}{2r}$$

Es bedienet ſich aber der Verfaſſer des Piede d'Eliprando, und ein Rheinländiſcher Fuß iſt 0,6119 vom Piede Eliprando; da nun g = 15, 625 Rheinl. Fuß, und man verwandelt dieſe Zahl in dem Maaß, davon der Piede d'Eliprando die Einheit iſt ſo g = 9, 56 und alſo 6 g = 57, 3656 vor welche Zahl der Verfaſſer nur blos 57 genommen. Hieraus wird

$$uu = \frac{57.\, nlpA}{2mr}$$

folglich $u = \sqrt{\left(\frac{57.\, nlpA}{2mr}\right)}$.

Um

Um aber dieſe Formel nach dem Rheinländiſchen Maaß zu gebrauchen, welches bey uns üblich iſt, muß man die erſtere Formel

$$u = 4\sqrt{\frac{6gnlASND}{mral}}$$ Rheinländ. Fuß

nehmen, welche ohne Zweifel auch deutlicher ſeyn wird, weil darin kein Barometer vorkommt, über welches man ſich den Kopf zerbrechen darf.

Vierte Anmerkung.

Die Formel welche der Verfaſſer in 176 §. angiebt um die Geſchwindigkeit der Kanon-Kugeln zu beſtimmen, bedarf einiger Erklärung. Indem eine Kugel gegen einen Wall geſchoſſen wird, ſo dringt ſie darinnen ein, und bleibt darinnen ſtecken, und es iſt offenbar daß ſie bey dem Eindringen überall gleichen Wiederſtand antrift. Man kann ſich alſo dabey einer Kraft gedenken, welche unveränderlich iſt, und die Geſchwindigkeit der Kugel vermindert. Dieſe wiederſtehende Kraft ſey alſo p. Man ſetze,

daß

daß dieſe Kraft dem Gewichte einer Waſſer-Seule gleich ſey, deren Baſe der gröſte Zirkel der Kugel die Höhe aber h iſt. Die Dichtigkeit der Kugel verhalte ſich zur Dichtigkeit des Waſſers wie n : 1. Wenn alſo B der gröſte Zirkel der Kugel und D der Diameter iſt, ſo iſt die Kugel einem Zylinder gleich, deſſen Baſe B und die Höhe $\frac{2}{3}$ D, das Gewicht der Kugel iſt alſo dem Gewichte eines gleich dicken Zylinders von Waſſer gleich, deſſen Höhe $\frac{2}{3}$ n D. Da nun die Kraft p einer gleich dicken Waſſer-Seule gleich iſt, deren Baſe auch B und die Höhe h; ſo iſt $p : P = h : \frac{2}{3} n D$ wenn P das Gewicht der Kugel bedeutet: alſo iſt die wiederſtehende Kraft $p = \frac{3 P h}{2 n D}$.

Es ſey c die Geſchwindigkeit mit der die Kugel an den Wall ſtöſt, und die Kugel ſey bis auf die Tiefe x hinein gedrungen und u ſey die Geſchwindigkeit derſelben auf der Tiefe x, iſt nun ferner g

 der

der Raum den ein Körper im Luftleeren Raum in Zeit von einer Secunde herab fällt, ſo bekommt man aus den Geſetzen der Mechanick $udu = -\frac{2g.3.hdx}{2nD}$

Da nun p eine gleichförmig würkende Kraft iſt, ſo wird auch h unveränderlich bleiben, folglich iſt $uu = \alpha - \frac{4g.3.hx.}{2nD}$

Weil nun $u = c$ wenn $x = o$ ſo wird $\alpha = cc$ folglich iſt $uu = cc - \frac{4g\,3.hx.}{2nD}$

Iſt nun S die Tiefe des Lochs, ſo wird $u = o$ wenn die Kugel auf dieſe Tiefe eingedrungen, denn daſelbſt muß nothwendig die Geſchwindigkeit der Kugel aufhören, hieraus wird aber $cc = \frac{6ghS}{nD}$

Vor einer andern Kugel deren Diameter δ iſt, und die mit der Geſchwindigkeit b an den Wall ſtößt wäre alſo $bb = \frac{6ghs}{m\delta}$

Wenn

wenn m die Dichtigkeit dieſer Kugel und ſ die Tiefe des Lochs wäre. Folglich iſt

$$cc : bb = \frac{S}{nD} : \frac{ſ}{m\delta}$$

alſo $cc = \frac{bb.\, m\delta S}{nDs}$

Wenn man demnach die Geſchwindigkeit b der letztern Kugel weiß, ihren Diameter, die Tiefe des Lochs und die beſondere Schwehre oder die Dichtigkeit der Kugel, ſo kann man leicht die Geſchwindigkeit c der erſtern Kugel in eben dem Maas finden, in dem die Geſchwindigkeit b ausgedrückt wird. Vor n ſetzt der Verfaſſer in dieſer letztern Formel g. Man kann nunmehro leicht die Methode des Verfaſſers begreifen, welche er anwendet, um die Geſchwindigkeit zu beſtimmen.

Fünftes Capitel.

Von den Verſuchen, die man anſtellen kann, um den Wiederſtand der Luft zu beſtimmen.

§. 184.

Wenn man Kanons von verſchiedenem Kalieber und von verſchiedener Länge, mit einer gewiſſen Quantität von einer gewiſſen Art Pulver ladet, und dieſe Ladung dem Gewichte der Kugel proporzional annimmt, und die Vorſchläge in allen Kanons gleich ſtark anſetzet, ſo wird man beſtändig finden, daß, wenn man die anfängliche Geſchwindigkeit der Kugel beſtimmt, dieſelbe deſto gröſſer iſt, je kleiner der Kalieber des Kanons iſt.

Wenn man aber bey eben dieſen Umſtänden dieſelbe Kanons in einer Gegend abfeuert, die man mit Fleiß ausgeſucht hat, um die Schußweiten auf verſchiedenen horizontalen Flächen zu meſſen, davon die eine

immer

immer niedriger iſt als die andere, und alle niedriger ſind, als diejenige, auf der die Kanons ſtehen, ſo wird man gewahr werden, daß die Schußweite eines Kanons von einem groſſen Kalieber ſich der Schußweite aus einem Kanon von einem kleinern Kalieber immer mehr und mehr nähert, endlich gröſſer wird, und dieſes um deſto merklicher, je niedriger die horizontale Fläche iſt, auf der die Kugel das erſtemal aufgeſchlagen.

§. 185. Da nun aber ausgemacht iſt, daß die Geſchwindigkeit der Kugeln in den Kanons von einem kleinern Kalieber, unter den gegebenen Umſtånden gröſſer iſt, ſo iſt offenbar, daß in dieſem Falle die Summe des Drucks auf die Kugel bey den Kanons von einem kleinern Kalieber zu dem Diameter der Kugel eine gröſſere Verhältniß hat. Dieſes kann man daraus abnehmen. Wenn der Wiederſtand gegen der Gewalt der flüßigen elaſtiſchen Materie blos

 von

von der Kraft der Trägheit der Vorſchläge und der Kugel herrührte, ſo wäre derſelbe aus dieſem Grunde dem Diameter der Kugel proporzional, folglich würde die gedachte Summe des Drucks in den groſſen Kanons zu dem Diameter der Kugel eine gröſſere Verhältniß haben, als in dem kleinern (§. 154.). Im gegenwärtigem Falle aber iſt der Wiederſtand, welcher von dem Reiben der Vorſchläge herrühret, die in die Kanons von verſchiedenen Kalieber gleich ſtark angeſetzet worden, in den Kanons von einem kleinen Kalieber ſtärker, folglich muß ſo wohl aus dieſem Grunde, als auch weil das Pulver in dieſen Kanons dichter an einander liegt, die aus dem Pulver erzeugte flüßige Materie in den Raum, den die Ladung einnimmt, eine gröſſere Elaſticität als in dem erſten Falle haben, folglich muß auch ein jedes Körnchen weit plötzlicher von der Flamme verzehrt werden, und die Summe des Drucks auf die Kugel, in

den

den Kanons von einem kleinern Calieber, zu dem Diameter der Kugel eine gröſſere Verhältniß haben. Hierzu kommt noch, daß die kleinern Kanons nach Proportion länger ſind, und alſo die Kugeln in denſelben den Druck der elaſtiſchen Materie länger empfinden; und aus dieſem Grunde allein folgt ſchon, daß die Geſchwindigkeit der Kugel gröſſer ſeyn muß, als in den Kanons von einem gröſſern Calieber.

§. 186. Die zweite Erfahrung, die §. 184 angeführt worden, rühret blos von dem Wiederſtande der Luft auf die Kugel her, welcher bey ſehr ſchneller Bewegung ſehr beträchtlich iſt; und da die Schußweiten bey den kleinen Kanons deſto kleiner werden, ſo ſieht man daraus, daß der Wiederſtand dabey weit heftiger ſeyn muß. Will man ſich überzeugen, daß dieſes lediglich von dem Wiederſtand der Luft auf die Kugel herrühret, ſo darf man nur die Schußweiten, welche man im Junio 1764. auf einer

Fläche

Fläche längſt dem Po gemeſſen, gegen die Schußweiten halten, welche man mit der gegebenen anfänglichen Geſchwindigkeit bekommen würde, wenn die Kugel nicht wiederſtünde.

Bey dieſen Verſuchen bediente man ſich nebſt den ſchon oben angezeigten Ladungen und Kugeln, auch eben der Vorſicht, um die in der Tafel angezeigte anfängliche Geſchwindigkeiten zu bekommen. Man that ferner damit verſchiedene Schüſſe, dergeſtalt, daß die Kugel durch diejenige Luft gehen muſte, welche ſich über dem Fluß befandt. In dieſer Abſicht ſuchte man die beynahe vollkommene ebene Fläche längſt dem Po aus, welche zwiſchen den Mühlen von Roccafranca und der Capelle des Crucifixes liegt, die unter dem Namen Pilonetto bekannt iſt. In den fünf hinter einander folgenden Vormittagsſtunden, die man zu dieſen Verſuchen anwandte, war die Höhe des Barometers auf der Batterie beſtändig

17 Zoll,

17 Zoll, 6 Lienen, ausgenommen den dritten Tag gegen Mittag, wo daßelbe eine Lienie höher ſtieg.

Verzeichniß der Schußweiten, welche im Junio 1764 längſt dem Po beobachtet worden, und derjenigen, welche man mit der gegebenen anfänglichen Geſchwindigkeit bekommen würde, wenn die Luft der Bewegung der Kugel nicht wiederſtünde.

	Anfängliche Geſchwindigkeit	Elevationswinkel	Schußweit. im Junio 1764	Schußweit. wenn die Luft nicht wiederſtünde
	Fuß	grad	Fuß	Fuß
1) Gezogenes Rohr von $\frac{5}{8}$ Unzen im Calieber, dazu die bleyerne Kugel das Gewicht zu einem andern Rohr hatte, deſſen Calieber $\frac{6}{8}$ Unzen war.	1160	15°	1596	35410
		$24\frac{1}{3}$	1662	53115
		45	1584	70821

2) Flin-

	Anfängliche Geſchwindigkeit	Elevations-Winkel	Schußweit im Junio 1764	Schußweit wenn die Luft nicht wiederſtünde
2) Flinte v. 1 Unze im Calieber, die bleyerne Kugeln waren von eben dem Calieber, und wogen $23\frac{1}{3}$ bis $23\frac{1}{2}$ Den.	Fuß	grad	Fuß	Fuß
	1030	$7\frac{1}{4}$	1680	13959
	1030	15	2310	27918
	1030	$24\frac{1}{3}$	2364	41877
	1030	45	2090	55836
3) Große Musquete von $3\frac{1}{2}$ Unze im Calieber, die Kugeln dazu waren Kugeln von 3 Unz. im Gew. und Calieber.	1100	15	3544	31842
	1100	$24\frac{1}{3}$	3102	47563
	1100	45^{0}	2940	63684
3) Große Musquete …: Kugeln von $3\frac{1}{2}$ Unze.	1050	15	3006	29013
3) Große Musquete …: Kugeln von $3\frac{1}{3}$ Unze Calieber, aber 3 U. ſchwer	1227	15	2890	39619

Aus dieſer Tabelle ſiehet man alſo, z. E. daß aus dem gezogenen Rohr unter den 45° die Kugel mit einer Geſchwindigkeit von 1560 Fuß nur auf 1584 Fuß getrieben worden, da ſie doch im Luft-leeren Raum 70821 Fuß weit, hätte gehen ſollen. Wenn man aber die anfängliche Geſchwindigkeit der Kugel nahe an der Mündung mißt, ſo geht die Kugel durch einen ſehr kleinen Raum der mit Luft angefüllt iſt, wenn ſie aber im 45° abgeſchoſſen wird, ſo beſchreibt ſie in der Luft einen groſſen Raum. Im erſten Falle alſo hat ſie wenig von der Geſchwindigkeit verlohren, ſo daß ſie im Luft-leeren Raum auf die in der Tabelle angezeigte Weite gehen würde. Da ſie aber doch wirklich nicht ſo weit gehet, ſo ſieht man augenſcheinlich, daß der groſſe Unterſchied welcher ſich zwiſchen dieſen beyden Schußweiten zeiget, lediglich dem Wiederſtand der Luft auf die Kugel zuzuſchreiben iſt.

§. 187

§. 187. Aus folgenden angeſtellten Erfahrungen wird man ferner ſehen, daß der Wiederſtand, den die Kugel leidet indem ſie ſich durch die Luft bewegt, welche gerade über das Waſſer befindlich iſt, gröſſer iſt als der Wiederſtand, den ſie in einer weit von dem Waſſer entfernten Luft antrift.

Im Junio 1764. that man in eben der Gegend bey den Mühlen von Roccafranca mit dem groſſen Musqueten-Lauf von $3\frac{1}{8}$ Unze Calieber unter einen Winkel von 15° einige Schüſſe, mit Kugeln, welche eine Geſchwindigkeit von 1050 Fuß bekommen, und nahm aus verſchiedenen Schußweiten die mitlere Schußweite 3006 Fuß. Darauf brachte man dieſen Lauf geſchwinde ſeitwärts nach der Straße von Stupinigi zu, und that in dieſer Gegend, ſo viel als möglich unter eben den vorigen Umſtänden und unter eben dem Erhöhungswinkel andere Schüſſe, und fand aus dieſen 3300 Fuß vor die mittlere Schußweite.

§. 188.

§. 188. Wenn man die beyde vorhergehende Paragraphen gegen einander hält, ſo kann man daraus einige Folgen herleiten, welche (in den Anfangs-Gründen der Phyſik und Mechanik) bey der Theorie von dem Wiederſtande der Luft vorkommen.

1) Der Wiederſtand der Luft iſt bey Kugeln von einem kleinen Kalieber gröſſer als bey andern, wenn die Kugeln einerley beſondere Schwere haben.

2) Der Wiederſtand der Luft iſt bey Kugeln von einerley Diameter, auf diejenigen ſtärker deren beſondere Schwere kleiner iſt.

3) Den weiteſten Schuß bekommt man unter einen Winkel welcher kleiner iſt als 45° wenn das Geſchütz und der Gegenſtand den man treffen will, auf einer horizontalen Fläche liegen.

4) Der Erhöhungs-Winkel, unter dem die Schußweite am gröſten iſt, weicht deſto mehr von 45° ab, je kleiner der

Calieber und die beſondere Schwere der Kugel iſt.

5) Der weitſte Schuß, den man aus einem gewiſſen Geſchütz bekommt, wenn man die ſtärkſte übliche Ladung nimmt, hängt von der Richtung des Geſchützes, von der anfänglichen Geſchwindigkeit der Kugel, von dem Diameter und dem Gewichte derſelben, ferner von der Dichtigkeit der Luft, welche die Kugel durchſtreicht, und von der Lage des Geſchützes und des Punkts ab, der getroffen werden ſoll, ob beyde in einem Horizont oder in verſchiedenem liegen.

Wenn man dieſe Folgen in Erwegung zieht, und mit dem was (§ 102, 103, 104) geſagt worden, verbindet, ſo wird man leicht überzeugt werden, daß die Verſuche welche man anſtelt, um aus den verſchiedenen Schußweiten, diejenige Ladung zu beſtimmen, welche die Kugel am

weiteſten treibt, und alſo derſelben die gröſte Geſchwindigkeit beybringt, (§ 88) ihrer Natur nach ſehr zuſammen geſetzt ſind, und der Erfolg aus denſelben häufigen Veränderungen unterworffen iſt, beſonders wenn die Kugel einen groſſen Raum beſchreiben muß ehe ſie aufſchlägt, und viele Tage erfordert werden um dieſe Erfahrungen anzuſtellen.

§. 189. In dem Verzeichniß, worin ich die Schußweiten welche wirklich beobachtet worden, mit den Schußweiten verglichen habe, auf welche die Kugel getrieben werden würde, wenn der Wiederſtand der Luft nicht da wäre, wird voraus geſetzt, daß, die Ladung beſtändig der Kugel einerley Geſchwindigkeit beybringt, man mag das Geſchütz horizontal richten oder daßelbe ſonſt unter einer gewiſſen Elevation abfeuret.

Dieſe Vorausſetzung findet bey den kleinen Gewehren deren ich mich bedienet,

vollkommen ſtatt, und die Verſuche § 169 ſind dieſer Wahrheit gar nicht entgegen. Um aber doch dieſes zu beweiſen, nahm ich den Flintenlauf, richtete denſelben vollkommen horizontal, und ſchoß ihn unter den Umſtänden, worin die Kugel eine Geſchwindigkeit von 1030 Fuß bekommt, gegen ein ziemlich homogenes und drey Fuß davon entferntes Ziel: hierauf nahm ich eben dieſelbe Ladung, und richtete den Lauf vertikal und ſchoß ihn gegen eben das Ziel, welches wieder drey Fuß davon entfernt war. Darauf fand ich, daß die Kugel bey dieſen beyden Richtungen gleich tief in eben das Ziel, nemlich $7\frac{1}{2}$ Zoll eingedrungen war.

§. 190. Weil alſo bey kleinen Kugeln die Geſchwindigkeit, welche aus einer gewiſſen Ladung erzeugt wird, bey jedem Erhöhungswinkel einerley iſt, ſich aber bey einem gröſſern Erhöhungswinkel nothwendig eine gröſſere Quantität der flüßigen Materie in dem

dem Laufe entwickelt, ſo folgt daraus, daß die Summe des Drucks auf die Kugel zu dem gröſſern Wiederſtand, welchen die Kugel der Gewalt der flüßigen Materie entgegen ſetzet, eben die Verhältniß hat, welche ſich zwiſchen dieſen beyden Kräften bey einem horizontalen Schuß befindet.

§. 191. Es ſey AE eine gerade horizontale Lienie. Man ziehe die Lienien AF, AG, AH, AK, dergeſtalt, daß die Winkel FAE, GAE, HAE, KAE, ſo groß als diejenigen ſind, unter denen man §. 186. die Schüſſe gethan. Auf die Lienie AE trage man die dazu gehörige Schußweiten AB, AC, AD, AE, welche man mit einem gewiſſen Gewehre bekommen, und richte alsdenn in den Punkten B, C, D, E die Lienien BF, CK, DG, EH perpendikulär auf, ſo drücken die Lienien AG, AF, AH, AK die Räume aus, welche die Kugel vermöge der ihr eingedruckten Bewegung, und die Vertikal-Lienien BF, DG, CK, EH, diejenigen

welche die Kugel vermöge der Würkung der Schwere beſchrieben. Man kann alſo durch Hülfe des Inſtruments des Herrn Dulacq die Bahn der Kugel entweder geometriſch oder mechaniſch beſchreiben.

§. 192. Wenn man durch die Punkte A, F, G, H, K eine Lienie zieht, ſo bekommt man eine Linie AFGHK, durch welche man die Schußweiten bey jedem gegebenen Erhöhungswinkel unter 45° von einer gewiſſen Ladung beſtimmen kann: und eben ſo kann man den Winkel finden, unter dem ein gewiſſes Geſchütz mit einer gegebenen Ladung abgefeuert werden muß, wenn man einen auf eben der horizontalen Fläche liegenden Gegenſtand treffen will, ohne daß man nöthig hat, die Bahn der Kugel zu zeichen. Hätte man im Junio 1764. noch einige Schüſſe unter einem gröſſern Erhöhungswinkel als 45° gethan, z. E. nach der Richtung der Lienie AM, ſo würde man eine Lienie AFGKML bekommen, durch deren

Hülfe

Hülfe man die Schußweiten vor einen jeden gegebenen Erhöhungswinkel bekommen könte.

§. 193. Die §. 191. angegebene Art, um die Bahn, oder vielmehr die Schußweiten zu beſtimmen, iſt aber nur in den Fällen zu gebrauchen, wenn die anfängliche Geſchwindigkeit, welche die Kugel von einer gewiſſen Ladung bekommt, beſtändig gleich groß iſt, ohngeachtet das Gewehr unter verſchiedenen Erhöhungswinkeln abgefeuert wird. Wenn ſich aber die Geſchwindigkeit mit dem Erhöhungswinkel zugleich verändert, ſo muß man in dergleichen Fällen, um die Schußweiten und die Bahn der Kugel zu bekommen, ſich der folgenden oder einer andern Regel, die zu dieſer Abſicht bequem iſt, bedienen.

Man ſuche ſich eine Gegend aus, in der Fg. 23 man verſchiedene Schüſſe auf Flächen thun kann, davon die eine immer niedriger iſt als die andre, oder man ſuche eine ſolche

bergigte Gegend aus, in der man das Canon immer höher bringen kann, als in A, C, D, &c. Wenn das Kanon in A geſtellt, ſo thut man damit einige Schüſſe mit einer unveränderlichen Ladung und nach einer beliebigen Direction, z. E. horizontal, und merke bey jedem Schuß den Punkt I, wo die Kugel zum erſtenmahl aufſchläget. Hierauf thut man unter eben den Umſtänden und nach eben der Direction aus C, D, E, andre Schüſſe, und merkt wieder die Punkte L, B, Q, wo die Kugel zum erſtenmahle aufſchlägt. Wenn dieſes geſchehen, ziehe man die Vertikal-Lienien IH, LK, BM, Qe, ſo ſind dieſelben die Abſciſſen der Bahn der Kugel und die Horizontal-Lienien AH, CK, DM, Ee, die dazu gehörige Ordinaten. Da man nun dieſe Lienien weiß, ſo kann man die Natur der Bahn der Kugel entweder geometriſch oder mechaniſch beſtimmen; und man hat alsdenn die krumme Lienie vor diejenige Elevation, die man erwählet,

und in der ſich die anfängliche Geſchwindigkeit nicht ſonderlich ändert.

Fügt es ſich, daß die Kugel in I, L, B, Q, nach der Direktion in das Erdreich dringen kann, in der ſie aufſchlägt, ſo bekommt man durch die Lage der Löcher die Lage der Tangenten der krummen Lienien. Man kann alſo auch die Subtangenten, Subnormalen, welche zu dieſen Punkten gehören, folglich auch durch die umgekehrte Methode der Tangenten, die Gleichung vor die krumme Lienie ſelbſt finden.

§. 194. Um aus der gefundenen Bahn der Kugel die Bewegung derſelben in einfache aufzulöſen, muß man nothwendig die Zeit wiſſen, welche die Kugel anwendet, ehe ſie das Erdreich berühret. Dieſes geſchieht am beſten durch Hülfe eines einfachen Penduls oder einer andern Uhr welche ſehr kleine Theile der Zeit z. E. $\frac{1}{2}$ oder $\frac{1}{3}$ Sekunden ſchlägt. Dieſe Uhr müſſen diejenigen haben, welche es auf

ſich genommen den erſten Aufſchlag der Kugel zu bemerken, und dieſe müſſen gleich anfangen zu zählen, ſobald ſie ſehen, daß Feuer aus der Mündung geht, und damit ſo lange fortfahren, bis die Kugel aufſchlägt.

Geſetzt alſo a, b, d, f ſind die Zeiten welche die Kugel angewendet um von A, C, D, E bis F, L, B, Q, zu kommen; ſo
Fg.24 nehme man auf der Lienie AE die Zeiten AB = a, AC = b, AD = d, AE = f ꝛc. und richte in den Punkten B, C, D, E ꝛc. die Ordinaten BH, CI, DK, EL ꝛc. auf, davon eine jede den Raum vorſtelt, welchen die Kugel durch die von dem Pulver ihr allein eingedrückten Bewegung in den dazu gehörigen Zeiten beſchrieben, und der durch die § 193 gemachte Verſuche bekannt iſt; ſo iſt AHIKL die Scale der Zeiten, aus der man hernach die Scale der Geſchwindigkeit und der retardirenden Kräfte beſtimmen kann.

Wenn

Wenn man auf eben dieſe Art auf die gerade Lienie MU die Zeiten MR = a, MT = b, MS = d, MU = f annimmt und durch die Ordinaten Rr, Tt, Sſ, Uu diejenigen Räume ausdrückt, welche die Kugel in dieſen Zeiten vermöge der Würkung der Schwere herabgefallen, und die man auch aus den § 193 gemachten Verſuchen bekommt, ſo iſt Mrtſu die Scale dieſer Räume durch die man hernach die Scale der Geſchwindigkeiten und ebenfals die Scale des Wiederſtandes welchen die Luft der Direktion der Schwere entgegen ſetzet, bekommen kann.

§. 195. Will man das Geſetz beſtimmen, nach welchen die Luft wiederſtehet, ſo kann man folgender maßen auf zweyerley Art dazu dienliche Verſuche anſtellen, davon das Reſultat ſich der Wahrheit weit geſchwinder nähert als (§ 186, 193, 194.).

Die erſte Art beſtehet darinnen, daß man die Scale der Räume beſtimmt, welche

der

der Körper in gewiſſen Zeiten beſchreibt, wenn er mit der von der Gewalt des Pulvers ihm eingedrückten Bewegung fortgehet. Und die zweite Art kommt darauf an, die Scale zu beſtimmen, welche anzeigt wie viel die Geſchwindigkeit des Körpers alle Augenblick abnimmt. Um die erſte Scale zu bekommen, thue man aus S viele Schüſſe hinter einander und nach der Richtung Sr, gegen ein vertikal aufgerichtetes Ziel, welches in verſchiedenen Entfernungen So, Sl, Sm, Sn geſtelt wird, und von der Kugel bey jeden Schuß getroffen werden kann. Bey jeden Schuß muß man aber das Kanon mit einerley Art und Quantität Pulver laden, und bey der Ladung ſelbſt alle Umſtände, ſo viel dieſelben von uns abhangen, vollkommen gleich zu machen ſuchen. In einem ſolchen Ziel ſind nun beſtändig zwey Punkte bekannt: nemlich der Punkt, welcher ſich in der Directions-Lienie Sr befindet, und der andere

in

in dem die Kugel das Ziel trift. Es ſind alſo die Räume oa, lb, mc, nd, ꝛc. bekannt, durch welche der Körper vermöge der Würkung der Schwere herabgefallen, und die dazu gehörige Räume So, St, Sm, Sn welche derſelbe in eben der Zeit durch die demſelben von der Gewalt des Pulvers mitgetheilte Bewegung beſchrieben, folglich iſt die Bahn der Kugel Sabcd ebenfals bekannt.

Wenn man bey dieſen Verſuchen das Ziel dergeſtalt ſetzet, daß die gröſte Fall-Lienie nicht über 90 Fuß ſeyn kann, damit der Wiederſtand der Luft nach der Direktion der Schwehre nicht merklich ſey, ſo kann man aus der Formel $\frac{19\,t^2}{2}$ (Anfangsgr. der Ph. und Mech.) die Zeit t beſtimmen, welche die Kugel angewendet, um die Räume oa, lb, mc, nd und folglich auch die Räume ſo So, Sl, Sm, Sn, zu beſchreiben.

Nun

Nun ziehe man eine gerade Lienie AE und
Fig. 24 nehme $AB = \sqrt{\frac{2.oa}{19}}$, $AC = \sqrt{\frac{2lb}{19}}$,
$AD = \sqrt{\frac{2mc}{19}}$; $AE = \sqrt{\frac{2nd}{19}}$ und richte in den Punkten B, C, D, E, die Perpendikulär-Lienien $BH = So$, $CI = Sl$, $DK = Sm$, $EL = Sn$ auf, ſo wird die Lienie A H I K L die Scale der Räume ſeyn, welche der Körper beſchrieben hat, da indeſſen die ihm von der Kugel mitgetheilte Bewegung retardirt worden.

Da man nun dieſe Scale kennt, ſo kann man daraus die Scale MNOPQ der dazu gehörigen Geſchwindigkeiten finden, und endlich aus derſelben auch die Scale des Wiederſtandes der Luft herleiten, aus der man alsdenn erſehen wird, wie viel die Kugel alle Augenblick von der ihr von der Gewalt des Pulvers eingedrückten Geſchwindigkeit verlohren.

§. 196.

§. 196. Bey dieſen vorgeſchlagenen Methoden, den Wiederſtand der Luft zu beſtimmen, wird allezeit voraus geſetzet, daß die Kugel beſtändig nach der Richtung der Axe des Kanons aus demſelben heraus gehet. Dieſes geſchiehet aber nicht allezeit, und man muß darauf bedacht ſeyn, dieſe Unbequemlichkeit zu heben.

In dieſer Abſicht nehme man eine Ladung, durch welche die Kugel eine groſſe Geſchwindigkeit bekommt, und ſchieße das Kanon gegen ein Ziel los, welches in verſchiedenen Entfernuugen So, Sl, Sm, Sn, &c. geſetzt wird. Hierauf meſſe man die Geſchwindigkeit, mit der die Kugel gegen das Ziel in den verſchiedenen Entfernungen anſchlägt. Dieſes kann entweder vermittelſt der Tiefen geſchehen, auf welche die Kugel eindringt (§. 176.), oder durch Hülfe einer dazu gehörig eingerichteten Maſchiene. Wenn dieſes geſchehen, ſo nehme man auf einer geraden Lienie die Entfernungen

nungen S c, S l, S m, S n, als Abſciſſen, und die Geſchwindigkeit der Kugel als die dazu gehörigen Ordinaten an. In dem Anfangs-Punkt der Abſciſſen drückt die Ordinate die Gröſte oder die anfängliche Geſchwindigkeit der Kugel aus. Auf dieſe Art bekommt man die Scale der Geſchwindigkeiten, wie ſolche von dem Wiederſtande der Luft vermindert werden (§. 195.), aus der man hernach den Wiederſtand auf der Kugel ſelbſt beſtimmen kann. Es iſt offenbahr, daß es bey dieſen Verſuchen einerley iſt, ob die Kugel nach der Richtung der Axe aus dem Kanon geht oder nicht.

§. 197. Man kann den Wiederſtand der Luft und die Bahn der Kugel noch auf verſchiedene andere Arten beſtimmen (§. 177.). Die vorhin angezeigte leichte Arten können dazu dienen, um durch Hülfe derſelben ähnliche Entdeckungen zu machen, und in Praxi die Theorie von dem Wiederſtande der Luft, welche in den Anfangsgründen der

Phyſik

Phyſik und Mechanik angegeben wird, an= zuwenden. Wenn man indeſſen ſich das= jenige, was in dieſem Capitel und beſon= ders in §. 188. 190. 191. 192. geſagt wird, gut bekannt macht, ſo kann man durch we= nige Probeſchůſſe im Kriege leicht den groͤß= ten Vortheil erhalten, den man von Ka= nons, und beſonders Mortier, erwarten kann; deſſen man aber jederzeit verluſtig geht, wenn man entweder dieſe Dinge aus der Acht laͤßt, oder nur aufs Gerathewohl in die Luft ſchießt.

Anmerkung.

Der Wiederſtand der Luft, den der Verfaſ= ſer hier abgehandelt, iſt eins von den groͤßten Hinderniſſen in der Artillerie, weil es noch nicht gewiß ausgemacht iſt, nach welchem Geſetz ſich derſelbe richtet. Indeſſen iſt es hoͤchſt wahrſcheinlich, daß derſelbe den Quadraten der Geſchwindigkeit proportio= nal iſt. Man ſetze alſo, der Wiederſtand

der Luft ſey dem Gewicht einer Luft-Säule gleich, deren Baſe der größte Zirkel der Kugel, die Höhe aber λ mahl ſo groß iſt, als die Höhe, welche ein ſchwerer Körper herabfallen müſte, um mit der Kugel einerley Geſchwindigkeit zu erhalten. Iſt nun u die Geſchwindigkeit der Kugel in einem Punkte in ihrer Bahn, ſo iſt die Höhe, der dieſe Geſchwindigkeit zugehört, $\frac{1\,uu}{4g}$, folglich iſt der Wiederſtand der Gewichte der Luftſäule gleich, deren Höhe $\frac{\lambda uu}{4g}$.

Dieſes Gewicht wird alſo geſucht. Es ſey M das Gewicht der Kugel, D die Dichtigkeit der Kugel, d die Dichtigkeit der Luft, R das Gewicht der Luftſäule, ſo wird

$$M : R = D \times V : d \times v.$$

Indem v und V den geometriſchen Inhalt der Luftſäule und der Kugel bedeuten.

Es ſey f die Dichtigkeit des Waſſers, und man ſetze

$D : f = m : 1$

$f : d = n : 1$

ſo wird $D : d = m.n : 1$

Iſt nun δ der Diameter der Kugel, und $1 : \pi$ die Verhältniß des halben Diameters zur halben Peripherie, ſo wird der Inhalt der Kugel

$\frac{1}{6}\pi\delta^3 = V$ und $v = \frac{1}{4}\pi\delta\delta \times \frac{\lambda u u}{4g}$

folglich $R = \frac{6\pi\delta\delta \times \lambda u u . M}{4 \times 4g \times m.n\delta^3\pi}$ oder

$$R = \frac{3 M \lambda u u}{4.2 g m n \delta}$$

Iſt aber die Kugel hohl, und A ihr Gewicht, M aber das Gewicht derſelben, wenn ſie voll wäre, ſo ſey $M : A = a : b$ und in dieſem Falle iſt

$$R = \frac{3}{4} \times \frac{a A \lambda u u}{2 g m.n.b\delta}$$

 Und

Und wenn man der Bequemlichkeit wegen $\frac{\frac{4}{3} mnb\delta}{a\lambda} = q$ ſetzet, ſo wird

$$R = \frac{uuA}{2gq}$$

Wenn man die anfängliche Geſchwindigkeit der Kugel weiß, ſo kann man den Werth des Buchſtaben λ leicht durch die Erfahrung beſtimmen, wie ich hernach zeigen will.

Um nun die Lienie zu beſtimmen, welche
Fg. 30 ein geworfener Körper beſchreibt, ſey AMC dieſe Lienie, BAC der Erhöhungswinkel $= \omega$: die anfängliche Geſchwindigkeit ſey c: die Abciſſe $AP = x$: $PM = y$. der Bogen $AM = s$. Ziehet man nun pn mit PM und endlich nahe, und die Tangente MN in R und Mm mit AC parallel, ſo wird $Pp = dx = Mm$ und $mn = dy$.

Es ſey der Winkel $NMm = \varphi$, und die Geſchwindigkeit in $M = u$. Das Gewicht des Körpers ſey A und der Wiederſtand der Luft $R = \frac{uuA}{2gq}$. Q das Gewicht

wicht des Körpers in der Luft oder die Würkung der Kraft der Schwere. Die Geſchwindigkeit u, welche der Körper in dem Punkt M hat, läßt ſich in zwey andre zerfällen, mit denen der Körper zu gleicher Zeit nach den Richtungen Mm und MQ fortgeht. Den Wiederſtand R, welcher überall auf die Kugel nach der Richtung der Tangente MN würkt, aber die Geſchwindigkeit der Kugel vermindert, kann man wieder in zwey andre Kräfte zerlegen, davon die eine nach der Richtung der Lienie Mm die andere nach der Richtung der Lienie MQ würkt. Beyde müſſen als negativ angeſehen werden. Die Kraft nun, welche aus dem Wiederſtand hergeleitet wird, und nach der Richtung Mm würkt, iſt

$$\frac{-Rdx}{ds}$$

und diejenige, welche nach der Richtung MQ würkt, $\frac{-Rdy}{ds}$

Dieſe letztere verbindet ſich mit der Kraft der Schwere um die Geſchwindigkeit der Kugel nach MQ zu vermindern. Es iſt alſo aus den Grundſätzen der Mechanik

$$1)\ \frac{ddx}{dt^2} = -\frac{2gRdx}{Ads}$$

$$2)\ \frac{ddy}{dt^2} = -\frac{2g}{A}\left(Q + \frac{Rdy}{ds}\right)$$

wo dt das Element der Zeit bedeutet in der das Element Mn des Bogen AM beſchrieben wird.

Um hieraus eine Gleichung zwiſchen AP und PM zu bekommen, ſetze man $dy = pdx$, multiplicire die erſte Gleichung mit dy, und die zweite mit dx, und ſubtrahire die erſte von der letzten, ſo wird

$$\frac{dpdx}{dt^2} = -\frac{egQ}{A} = (A)$$

Man multiplicire die erſte Gleichung mit dx, in die zweite mit dy, und addire. Weil nun $ds^2 = dy^2 + dx^2$ ſo wird

dxddx

$$\frac{dxddx + dyddy}{dt^2} = -\frac{2gQdy}{A} - \frac{2gRds}{}$$

oder $\frac{dsdds}{dt^2} = -\frac{2g}{A}(Qdy + Rds$

nun iſt $ds = udt$, und wenn dt als unveränderlich betrachtet wird, $dsdds = dudt$ folglich iſt $udu = -\frac{2g}{A}(Qdy + Rds)$

weil aber $dy = pdx$ und $p = tg\,\varphi$ ſo wird $ds^2 = dx^2\,(1 + pp) = dx^2\,Sec\varphi^2$ also iſt die Geleichung A dieſe:

$$-\frac{2gQ}{A} = \frac{uu\,d.\,tg\,\varphi}{dx(Sec\varphi)^2}$$

Setzt man dieſen Werth in der andern Gleichung, ſo wird, weil $R = \frac{uuA}{2gq}$

$$udu = \frac{uudy\,d.(tg\,\varphi)}{dx\,Sec\,\varphi^2} - \frac{uuds}{q}$$

und da $\frac{dy}{dx} = tg\,\varphi.$

$$udu = \frac{uu\,Tg\,\varphi.\,d(tg\,\varphi)}{Sec\,\varphi^2} - \frac{uuds}{q}$$

 und

und demnach $\frac{du}{u} = \frac{tg\,\varphi.\, d(tg\,\varphi)}{Sec\,\varphi^2} - \frac{ds}{q}$

folglich wenn man integrirt

$$\log u = \log Sec\,\varphi - \frac{s}{q} + C$$

weil nun, wenn $s = o$, alsdenn $Sec\,\varphi = Sec\,\omega$ und $u = c$ wird, ſo iſt

$$\log u = \log \frac{c\, Cos\,\omega}{Cos\,\varphi} - \frac{s}{q}$$

oder $$u = \frac{c.\, Cos\,\omega}{Cos\,\varphi}\, e^{-\frac{s}{q}}$$

wo e die Baſe der hyperboliſchen Logaritmen bedeutet.

Weil $\frac{dp\,dx}{dt^2} = -\frac{2gQ}{A}$ und $dt^2 = \frac{ds^2}{uu}$

ſo iſt $\frac{uu\,dp\,dx}{ds^2} = -\frac{2gQ}{A}$

folglich $uu = -\frac{2gQ\,ds^2}{A.\,dp\,dx}$

Hieraus wird alſo

$$\frac{c^2 \operatorname{Cos}\omega^2 e^{-\frac{2s}{q}}}{\operatorname{Cos}\varphi^2} = -\frac{2gQdx}{Adp\operatorname{Cos}\varphi^2}$$

folglich $e^{\frac{2s}{q}} = -c^2\frac{\operatorname{Cos}\omega^2 Adp}{2gQdx}$

Durch dieſe Gleichung wird man im Stande ſeyn, die Natur der krummen Lienie zu beſtimmen, welche ein geworfener Körper beſchreibt, wenn der Wiederſtand der Luft den Quadraten der Geſchwindigkeit proportional iſt.

Geſetzt, die Natur der verlangten krummen Lienie würde durch folgende Gleichung ausgedrückt, nemlich

$$y = \alpha x + \beta x^2 + \gamma x^3 + \delta x^4 + \varepsilon x^5 + \zeta x^6 + \eta x^7 + \theta x^8 + \lambda x^9 + \mu x^{10} \&c.$$

ſo iſt offenbahr, daß man nur die Coefficienten beſtimmen darf, um dieſelbe zu kennen. Wenn man nun differentiirt, ſo wird

$$\frac{dy}{dx} = p = \alpha + 2\beta x + 3\gamma x^2 + 4\delta x^3 + 5\varepsilon x^4 + 6\zeta x^5 + 7\eta x^6 + 8\theta x^7 + \&c.$$

folglich

$$\frac{dp}{dx} = 2\beta + 2.3.\gamma x + 3.4.\delta x^2 + 4.5.\varepsilon x^3 + 5.6\zeta x^4 + 6.7.\eta x^5 + 7.8.\theta x^6 \text{ \&c.}$$

Man ſetze x = o ſo wird p = tg ω folglich iſt α = tg ω.

Es iſt alſo $e^{\frac{2s}{q}} = -\frac{c^2 \mathrm{Cos}\,\omega^2 A}{2gQ}(2\beta + 2.3.\gamma x + 3.4.\delta x + 4.5.\varepsilon x^3 + 5.6.\zeta x^4 + \text{\&c.})$ = (B) ſetzt man nun wieder s = o ſo iſt auch x = o folglich iſt $\beta = -\frac{gQ}{c^2 \mathrm{Cos}\,\omega^2 A}$

Um nun das Geſetz zu entdecken, durch welches die übrige Coefficienten γ, δ &c. beſtimmt werden, differentiire man die Gleichung B, ſo wird

$$\frac{2}{q} e^{\frac{2s}{q}} ds = -\Delta dx(2.3.\gamma + 2.3.4.\delta x + 3.4.5.\varepsilon x^2 + 4.5.6.\zeta x^3 + 5.6.7.\eta e^4 + \text{\&c.})$$

indem

indem man $\Delta = \frac{c^2 \ \mathrm{Cos}\ \omega^2 A}{2gQ}$ ſetzet,

$= -\frac{2}{q}\Delta\, d\,ſ(2\beta + 2.3.\gamma x + 3.4.\delta x^2 +$
$4.5.\epsilon x^3 + \&c.)$

Es iſt aber $dſ = dx\sqrt{(1+pp)}$

Wenn man nun $1 + p^2 = 1 + A + Bx + Cx^2 + Dx^3 + Ex^4 + Fx^5 + \&c.$ ſetzet, ſo werden die Coefficienten dergeſtalt beſtimmt, daß $A = \alpha^2$ folglich $1 + A = 1 + \alpha^2 = \mathrm{Sec}\ \omega^2 = aa$ ferner

$B = 4\beta\alpha$

$C = 6\alpha\gamma + 4\beta^2$

$D = 8\alpha\delta + 12\beta\gamma$

$E = 10\alpha\epsilon + 16\beta\delta + 9\gamma\gamma$

$F = 12\alpha\zeta + 20\beta\epsilon + 24\gamma\delta$

$G = 14\alpha\eta + 24\beta\zeta + 30\gamma\epsilon + 16\delta\delta$

$H = 16\alpha\theta + 28\beta\eta + 36\gamma\zeta + 40\delta\epsilon$

Ueberhaupt iſt das Geſetz, nachdem dieſe Coefficienten fortgehen, folgendes: erſtlich iſt, wenn der Coefficient der nte von Anfang der Reihe iſt, und n iſt eine gerade Zahl,

Zahl, die Anzahl der Glieder $\frac{n}{2}$; iſt n aber eine ungerade Zahl, ſo iſt die Anzahl der Glieder $\frac{n+1}{2}$ z. E. H iſt der Coefficient des achten Gliedes vom Anfange, alſo iſt die Anzahl der Glieder, durch die H beſtimmt wird, $\frac{n}{2} = \frac{8}{2} = 4$. Hernach werden eben ſo viel Coefficienten aus der Reihe genommen, wodurch p ausgedrückt wird, und diejenigen, welche von dem Coefficienten des mittelſten Gliedes gleich weit entfernt ſind, in einander, und denn durch 2 multiplicirt; wenn die Summe der Glieder aber eine ungerade Zahl iſt, ſo wird noch zu dem vorigen das Quadrat des mittelſten Gliedes in der Reihe p hinzu geſetzt. Wenn man den Fortgang der vorigen Coefficienten A, B, C, &c. betrachtet, ſo fällt dieſes leicht in die Augen.

Um

Um nun d ſ zu bekommen, ſetze man:
$ds = dx(A' + B'x + C'x^2 + D'x^3 + E'x^4 + \&c.)$ ſo wird

$A' = a$

$B' = \frac{B}{2a}$

$C' = \frac{C - (B')^2}{2a}$

$D' = \frac{D - 2B'C'}{2a}$

$E' = \frac{E - 2B'D' - (C')^2}{2a}$

$F' = \frac{F - 2B'E' - 2C'D'}{2a}$

$G' = \frac{G - 2B'F' - 2C'E' - (D')^2}{2a}$

$H' = \frac{H - 2B'G' - 2C'F' - 2D'E' \&c.}{2a}$

Der Fortgang bey dieſen Coefficienten iſt leicht einzuſehen. Hieraus wird alſo
$2.3\gamma + 2.3.4\delta x + 3.4.5\varepsilon x^2 \&c. -$
$\frac{2}{q}(2\beta + 2.3.\gamma x + 3.4\delta x^2 + 4.5\varepsilon x^3 + \&c.) \times$

(a +

$(a + B'x + C'x^2 + D'x^3 + E'x^4 \&c.)$
Multiplicirt man nun wirklich und vergleicht die Coefficienten, ſo bekommt man

$$\alpha = tg\,\omega$$

$$\beta = -\frac{g\,Sec\,\omega^2}{cc} = -\frac{g\,a\,a}{cc}$$

$$\gamma = \frac{2.2\,A'\beta}{1.2.3.q}$$

$$\delta = \frac{2}{2.3.4.q}(2\,B'\beta + 2.3\gamma a)$$

$$\varepsilon = \frac{2}{3.4.5\,q}(2\,C'\beta + 2.3.\,B'\gamma + 3.4.\,a\delta)$$

$$\zeta = \frac{2}{4.5.6\,q}(2\,D'\beta + 2.3.\,C'\gamma + 3.4.\,B'\delta + 4.5\,a\varepsilon)$$

$$\eta = \frac{2}{5.6.7.q}(2\,E'\beta + 2.3.\,D'\gamma + 3.4.\,C'\delta + 4.5\,B'\varepsilon + 5.6\,a\zeta)$$

$$\theta = \frac{2}{6.7.8.q}(2\,F'\beta + 2.3.\,E'\gamma + 3.4.\,D'\delta + 4.5.\,C'\varepsilon + 5.6.\,B\zeta + 6.7.\,a\eta)$$

und

und ſo weiter. Das Geſetz, nachdem dieſe Coefficienten ſortgehen, fällt auf das deutlichſte in die Augen.

Hieraus bekommt man

$$\alpha = \operatorname{tg} \omega$$

$$\beta = -\frac{g \operatorname{Sec} \omega^2}{cc} = -\frac{gaa}{cc}$$

$$\gamma = \frac{2.\,2.\,\alpha\beta}{1.\,2.\,3q}$$

$$\delta = \frac{8\beta}{1.2.3.4.q}\left(\frac{a^2}{q} + \alpha\beta\right)$$

$$\varepsilon = \frac{16\beta}{1.2.3.4.5.q}\left(\frac{a^3}{q^2} + \frac{4\alpha\beta}{q} + \frac{\beta^2}{a^3}\right)$$

$$\zeta = \frac{32\beta}{1.2.3.4.5.6.q}\left(\frac{a^4}{q^3} + \frac{11\alpha\beta}{q^2} + \frac{4a^2\beta^2}{qa^2} + \frac{3\beta^2}{} - \frac{3\alpha\beta^3}{a^4}\right)$$

Die übrigen Coefficienten kann man nach dem vorhin gegebenem Geſetz beſtimmen, die Rechnung wird aber ſo weitläuftig, daß man alle Geduld nöthig hat, um dieſelbe fortzuſetzen.

Die

Die Zeit, welche die Kugel anwendet, um einen gewiſſen Theil ihrer Bahn, oder die ganze Bahn zu beſchreiben, bekommt man aus der Gleichung

$$dpdx = -\frac{2gQdt^2}{A}$$

Da man aber alle dieſe Gleichungen nicht eher gebrauchen kann, als bis man den Wiederſtand der Luft genau weiß, ſo will ich erſtlich zeigen, wie man denſelben am beſten beſtimmen kann, und in dieſer Abſicht will ich die horizontalen Schüſſe betrachten. Wenn aber ein Kanon horizontal gerichtet wird, ſo iſt alsdenn $\alpha = \operatorname{tg} \omega = 0$ und $a = \operatorname{Sec} \omega = 1$. Dahero wird auch $B = 0$ folglich auch $B^1 = 0$ und man bekommt die Coefficienten folgendergeſtalt:

$$\alpha = 0$$

$$\beta = -\frac{g}{cc}$$

$$\gamma = \frac{2.2\beta}{1.2.3.q}$$

$\delta =$

$$\delta = \frac{8\beta^1}{1.2.3.4.q^2}$$

$$\varepsilon = \frac{16\beta}{1.2.3.4.5.q}\left(\frac{1}{q^2} + \beta^2\right)$$

$$\zeta = \frac{32\beta}{1.2.3.4.5.6.q}\left(\frac{1}{q^3} + \frac{7\beta^2}{q}\right)$$

$$\eta = \frac{64\beta}{1.2.3.4.5.6.7.q}\left(\frac{1}{q^4} - \frac{32\beta^2}{q^3} + \frac{3\beta^2}{q}\right)$$

Vor die Horizontal-Schüſſe iſt alſo

$$y = -\frac{gx^2}{cc} - \frac{4gx^3}{1.2.3.c^2q} - \frac{8gx^4}{1.2.3.4.c^2q^2}$$

$$- \frac{16gx^5}{1.2.3.4.5.q^3c^2} - \frac{32gx^6}{1.2.3.4.5.6.c^2q^4}$$

$$- \frac{16g^3x^5}{1.2.3.4.5.q^2c^6} - \frac{32.7g^3x^6}{1.2.3.4.5.6.q^2c^6}$$

$$- \frac{64\, g\, x^7}{1.2.3.4.5.6.7.q^5 c^2} - \&c.$$

$$- \frac{64.32\, g^3 x^7}{1.2.3\ 4.5.6.7.c^6 q^4}$$

$$- \frac{3.64.\, g^3 x^7}{1.2.3.4.5.6.7.c^6 q^2}$$

Setzet man nun $\frac{2x}{q} = z$ ſo bekommt dieſe Reihe eine etwas einfachere Geſtalt. Es iſt nehmlich

$$y = - \frac{g q^2}{2 c^2} \left(\frac{z^2}{1.2.} + \frac{z^3}{1.2.3.} + \frac{z^4}{1.2.3.4.} + \frac{z^5}{1.2.3.4.5.} + \frac{z^6}{1.2.3.4.5.6.} + \&c. \right.$$

$$+ \frac{g^2 q^2 z^5}{1.2.3.4.5.c^4} + \frac{7 g^2 q^2 z^6}{1.2.3.4.5.6.e^4} + \&c.$$

Die Zeit t iſt aber durch die Integration der Formel $dp dx = - \frac{2 g Q d t^2}{A}$ leicht zu finden, und es iſt vor Horizontal-Schüſſe

t =

$$t = \frac{q}{2c}\left(z + \frac{z^2}{4} + \frac{z^3}{24} + \frac{z^4}{192} + \&c. + \frac{g^2q^2z^4 + \&c.}{48c^4 + \&c.}\right)$$

Dieſer beyden Formeln kann man ſich mit gutem Erfolge bedienen, wenn man den Wiederſtand der Luft beſtimmen will. Dieſer beruhet aber auf dem Werth des Buchſtaben q, welchen man aus beyden Formeln beſtimmen kann, wenn man die anfängliche Geſchwindigkeit weiß. Man kann aber auch durch die eine Reihe den Werth des Buchſtaben c oder die anfängliche Geſchwindigkeit beſtimmen, und denſelben in die andre Reihe ſetzen, ſo wird man eine neue Reihe bekommen, in welcher der Buchſtabe c nicht iſt, und folglich kann man q beſtimmen. Dieſes geht beſonders am beſten von ſtatten, wenn die anfängliche Geſchwindigkeit c ſehr groß, z. E. 1000, 1200 u. ſ. w. Fuß iſt; denn, aldenn kann man in beyden Rei-

hen die höhern Potenzen von c weglaſſen, und es wird

$$c = \frac{q}{2t}\left(z + \frac{z^2}{4} + \frac{z^3}{24} + \frac{z^4}{192} + \&c.\right.$$

folglich

$$y = -2gt^2\left(\frac{z^2}{1.2.} + \frac{z^3}{1.2.3.} + \frac{z^4}{1.2.3.4.} + \frac{z^5}{1.2.3.4.5.} + \&c.\right)$$

$$\times \frac{1}{z^2\left(1 + \frac{z}{4} + \frac{z^2}{24} + \frac{z^3}{192} + \&c\right)^2}$$

Setzt man nun $1 = 1$

$b = \frac{1}{4}$

$c = \frac{1}{24}$

$d = \frac{1}{192}$ &c.

und

$$\frac{1}{\left(1 + \frac{z}{4} + \frac{z^2}{24} + \frac{z^3}{192} + \&c.\right)^2} =$$

$\mathfrak{A} + \mathfrak{B}z + \mathfrak{C}z^2 + \mathfrak{D}z^3 +$ &c. ſo wird

$$\mathfrak{A} = 1$$

$$\mathfrak{B} = -2b$$

$$\mathfrak{C} = -\frac{3.b.\mathfrak{B} - 4c}{2}$$

$$\mathfrak{D} = -\frac{4b\mathfrak{C} - 5c\mathfrak{B} - 6d}{3}$$

$$\mathfrak{E} = -\frac{5b\mathfrak{D} - 6c\mathfrak{C} - 7d\mathfrak{B} - 8e}{4}$$

u. ſ. w. Wobey das Geſetz, nach dem die Coefficienten fortgehen, leicht in die Augen fällt. Wenn man nun beyde Reihen in einander multiplicirt, ſo bekommt man folgende Reihe vor y. Es iſt nemlich

$$y = -gt^2\Big(1 + \frac{2x}{3q} + \frac{4x^2}{3.4.q^2}$$

$$+ \frac{2\mathfrak{B}x}{q} + \frac{4\mathfrak{B}x^2}{3q^2}$$

$$+ \frac{4\mathfrak{C}x^2}{q^2}$$

 + 8

$$+ \frac{8x^3}{3.4.5.q^3} + \frac{16x^4}{3.4.5.6.q^4} + \&c.)$$

$$+ \frac{8\mathfrak{B}x^3}{3.4.q^3} + \frac{16x^4}{3.4.5.q^4}$$

$$+ \frac{8\mathfrak{C}x^3}{3q^3} + \frac{16\mathfrak{C}x^4}{3.4.q^4}$$

$$+ \frac{8\mathfrak{D}x^3}{q^3} + \frac{16\mathfrak{D}x^4}{3q^4}$$

$$+ \frac{16\mathfrak{C}x^4}{q^4}$$

Man ſetze ferner

$$\frac{2x}{3} + 2\mathfrak{B}x = A$$

$$\frac{4x^2}{3.4.} + \frac{4}{3}\mathfrak{B}x^2 + 4\mathfrak{C}x^2 = B$$

$$\frac{8x^3}{3.4.5.} + \frac{8}{3.4.}\mathfrak{B}x^3 + \frac{8}{3}\mathfrak{C}x^3 + 8\mathfrak{D}x^3 = C$$

und ſo weiter, und dividire mit $- 2gt^2$ ſo wird, weil y negativ iſt,

y —

$$\frac{y - gt^2}{gt^2} = \frac{A}{q} + \frac{B}{q^2} + \frac{C'}{q^3} + \frac{D}{q^4} + \&c.$$

Um nun den Werth von q zu beſtimmen, ſetze man $\frac{y - gt^2}{gt^2} = u$,

und

$$\frac{1}{q} = \alpha u + \beta u^2 + \gamma u^3 + \delta u^4 + \varepsilon u^5 + \&c.$$

ſo werden dieſe Coefficienten dergeſtalt beſtimmt, wie bekannt, daß

$$\alpha = \frac{1}{A}$$

$$\beta = -\frac{B\alpha^2}{A}$$

$$\gamma = -\frac{2B\alpha\beta - C\alpha^3}{A}$$

$$\delta = -\frac{B\beta^2 - 2B\alpha\gamma - 3C\alpha^2\beta - D\alpha^4}{A}$$

 $\varepsilon =$

$$\epsilon = \frac{-2B\beta\gamma - 2B\alpha\delta - 3C\alpha\beta^2}{A}$$

$$\frac{-3C\alpha^2\gamma - 4D\alpha^3\beta - E\alpha^5}{A}$$

und ſo weiter. Wenn man nun auf dieſe Art den Werth dieſer Coefficienten beſtimmt hat, ſo findet man den Werth des Bruchs $\frac{1}{q}$ und folglich auch den Werth des Buchſtaben q ſelbſt aus der obigen Reihe, die man ſo weit fortführen kann als man will. Iſt nun der Buchſtaben q beynahe ausgemacht, ſo weiß man dadurch den Widerſtand der Luft.

Durch Hülfe dieſer Formel nun läßt ſich der Wiederſtand der Luft durch die Erfahrung beſtimmen, und man hat nicht nöthig, die anfängliche Geſchwindigkeit zu wiſſen. Dieſes iſt ein ganz beſonderer Vortheil,

theil, da es ſehr ſchwer iſt, die anfängliche Geſchwindigkeit genau zu beſtimmen. Wenn man nun Erfahrungen in dieſer Abſicht anſtellen will, ſo hat man dabey folgendes zu beobachten.

Erſtlich muß man ſich eine kleine Anhöhe, die ohngefähr 50 bis 60 Fuß über den Horizont liegt, ausſuchen, und in einer Entfernung von 900 bis 1000 Schritt einen Wall aufwerfen laſſen, wenn nicht die Natur ſchon von ſelbſt einen kleinen Berg gemacht hat. Fg.32 Geſetzt nun, man wolte einige Verſuche anſtellen, ſo ſetzt man das Kanon auf die Anhöhe in A. richtet es vollkommen horizontal, und befeſtigt es dergeſtalt, daß es bey dem Abfeuern nicht aus ſeiner Lage kommen kann. Dieſes kann allemahl geſchehen, ſo bald man ſich angelegen ſeyn läßt, etwas brauchbares und entſcheidendes auszumachen.

Wenn nun das Kanon abgefeuert wird, und die Kugel ſchlägt in B an, ſo kann man eine gerade Lienie AC mit dem Horizont parallel ziehen, und die Entfernung des Punkts B von C oder die Länge der Lienie CB auf das genaueſte meſſen; die Länge der Lienie AC läßt ſich auch auf das genaueſte beſtimmen; folglich weiß man dadurch den Werth von x und y in den vorhin gegebenen Reihen.

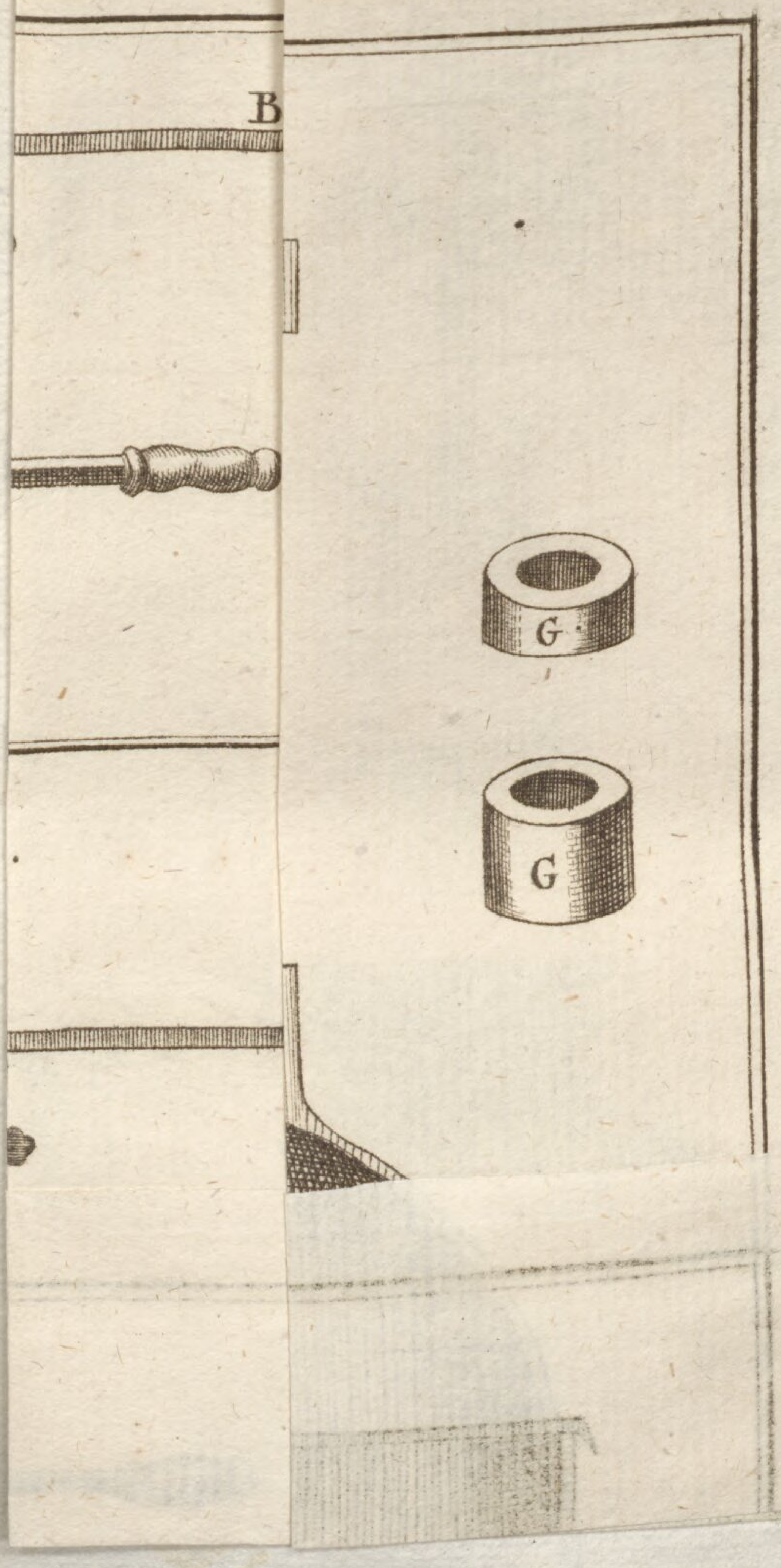
Nun iſt noch übrig, die Zeit auf das genaueſte zu beſtimmen. Dieſes kann aber ganz füglich durch ein dazu eingerichtetes Pendul geſchehen, welches, wenn es angeht, halbe Sekunden ſchlägt. Damit man aber nicht früher oder ſpäter zu zählen anfange, ſo kann man an den Pendul einen ganz zarten ſeidenen Faden binden, und es damit ein klein wenig in die Höhe ziehen. Dieſen Faden bindet man alsdenn an einen

nen andern Faden, welcher über die Mündung geſpant worden, dergeſtalt, daß der Punkt, wo derſelbe an dieſen letztern angebunden worden, genau in die Axe der Seele des Kanons fällt. Wenn nun die Kugel an die Mündung kommt, und dieſen Faden entzwey reiſt, ſo fängt das Pendul von ſelbſt an zu oſcilliren, und man kann die Zeit, die die Kugel anwendet, um von A bis B zu kommen, ſo genau als möglich bekommen, weil man allemal ſieht, wenn die Kugel aufſchlägt. Auf dieſe Art hat man alle Gröſſen beſtimmt, welche in der Formel vor $\frac{1}{q}$ vorkommen; und man kann alsdenn leicht den Werth von q durch die Rechnung beſtimmen.

Weiß man aber die anfängliche Geſchwindigkeit, ſo kann man den Werth von q ebenfals entweder durch die beobachtete

Zeit

Zeit und den Werth von der Schußweite auf dem Horizont, oder durch BC und die Schußweite AC beſtimmen. Auf dieſe Art ließe ſich alſo durch einige ſorgfältig angeſtellte Verſuche der Wiederſtand der Luft ausmachen.


B
G
G

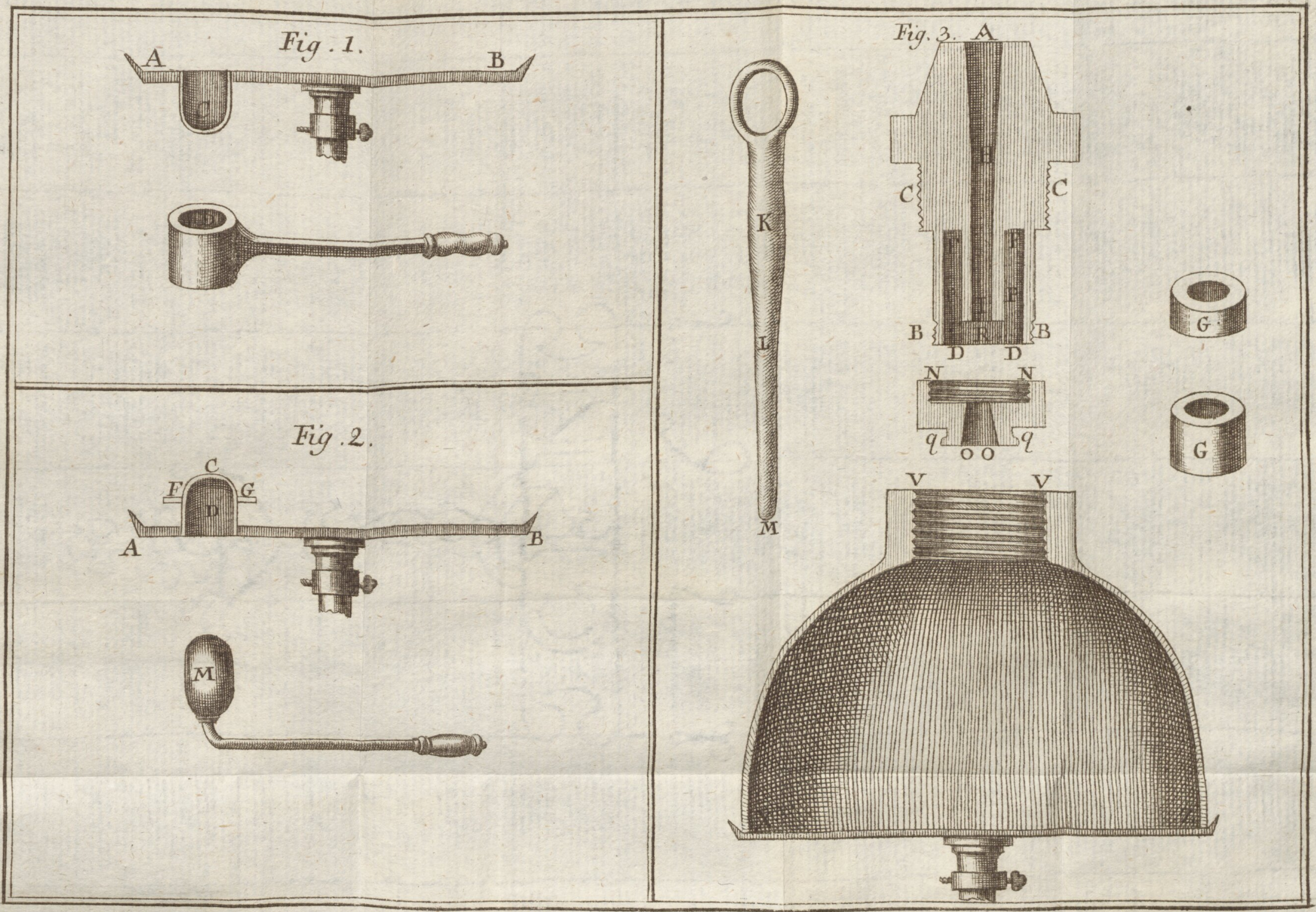
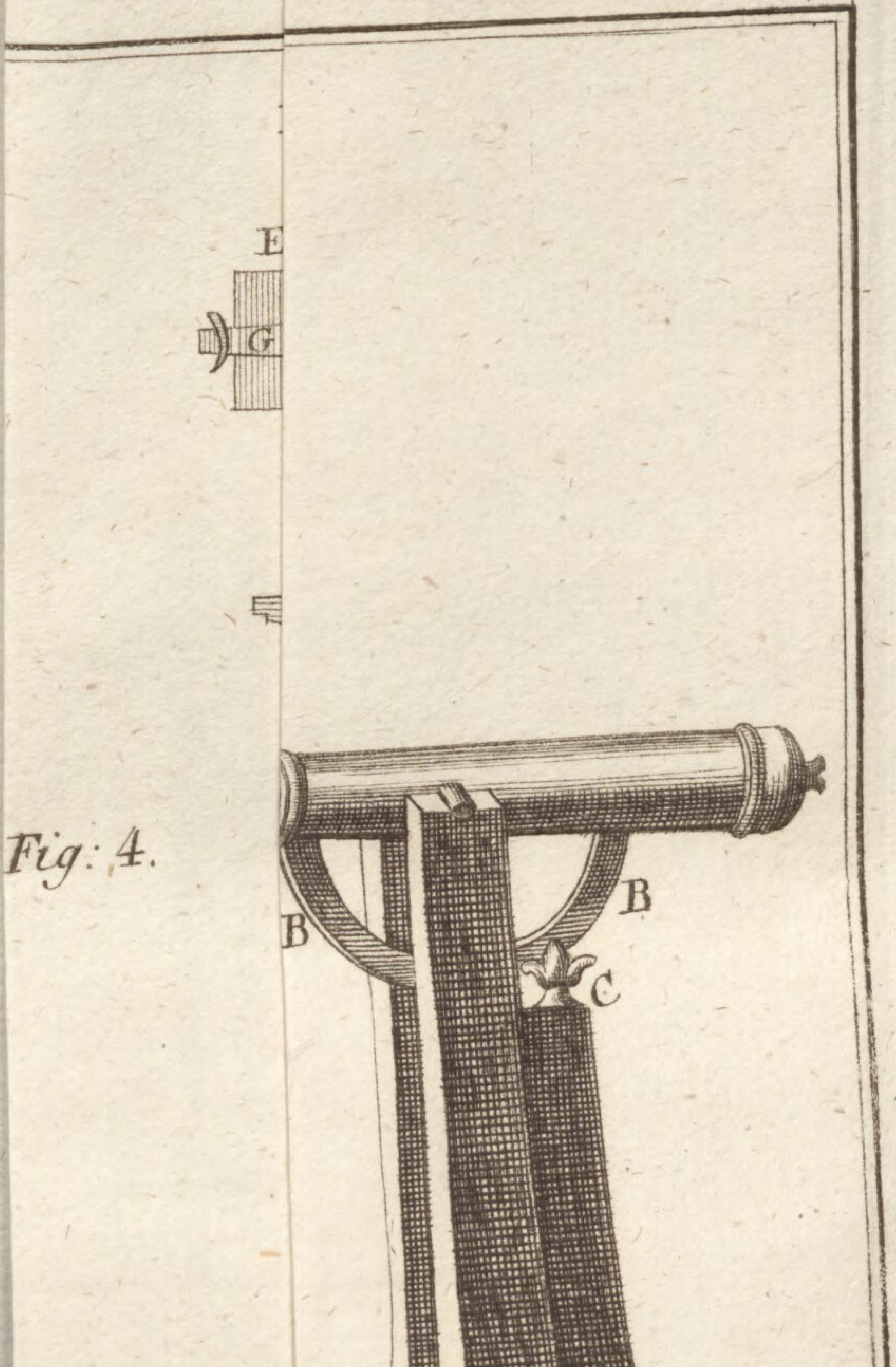


Fig. 1.
A
B
C
Fig. 2.
C
F
G
D
A
B
M
K
L
M
Fig. 3.
A
H
C
C
F
F
B
R
B
D
D
N
N
q
q
O O
V
V
G
G

Fig: 4.



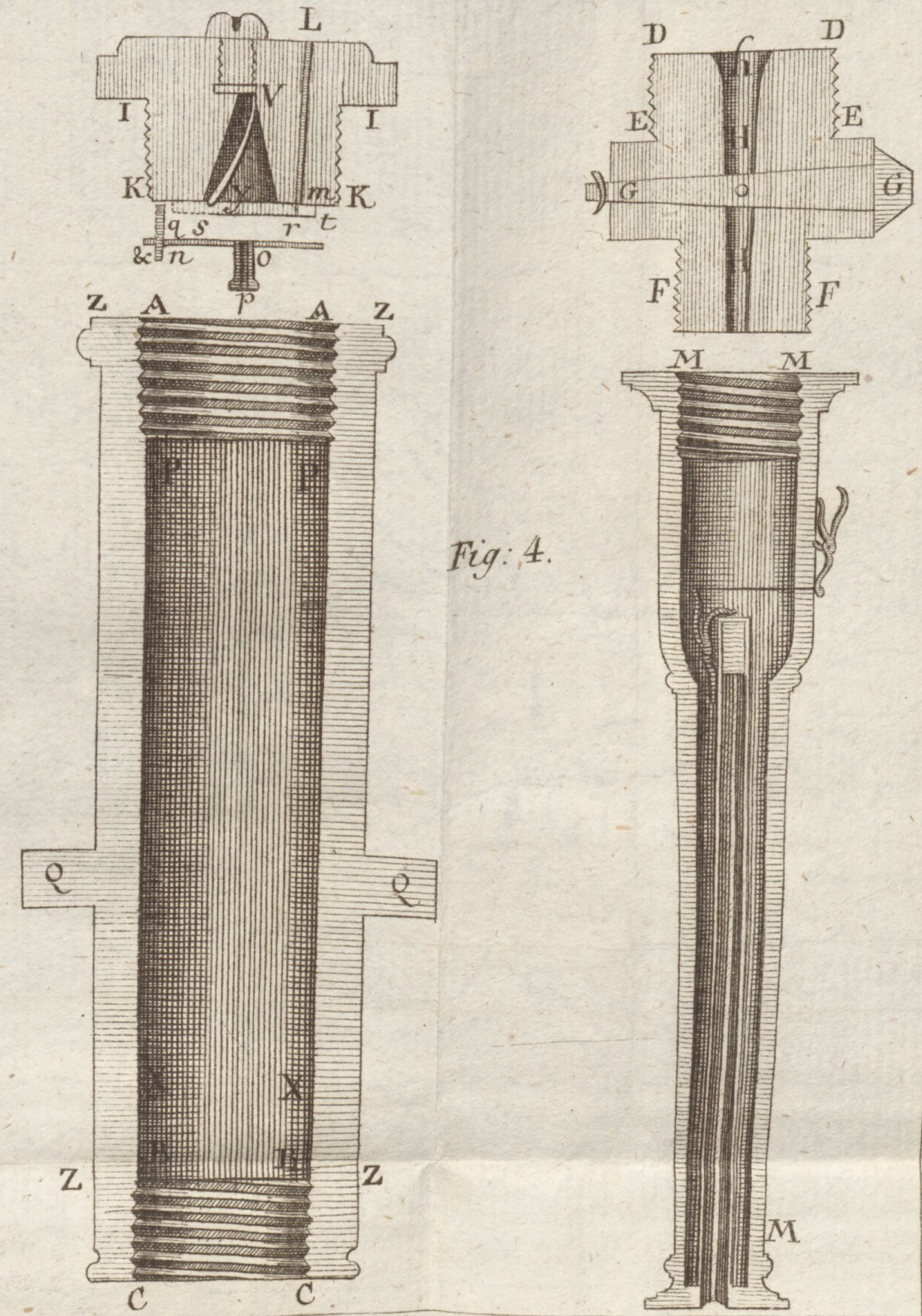
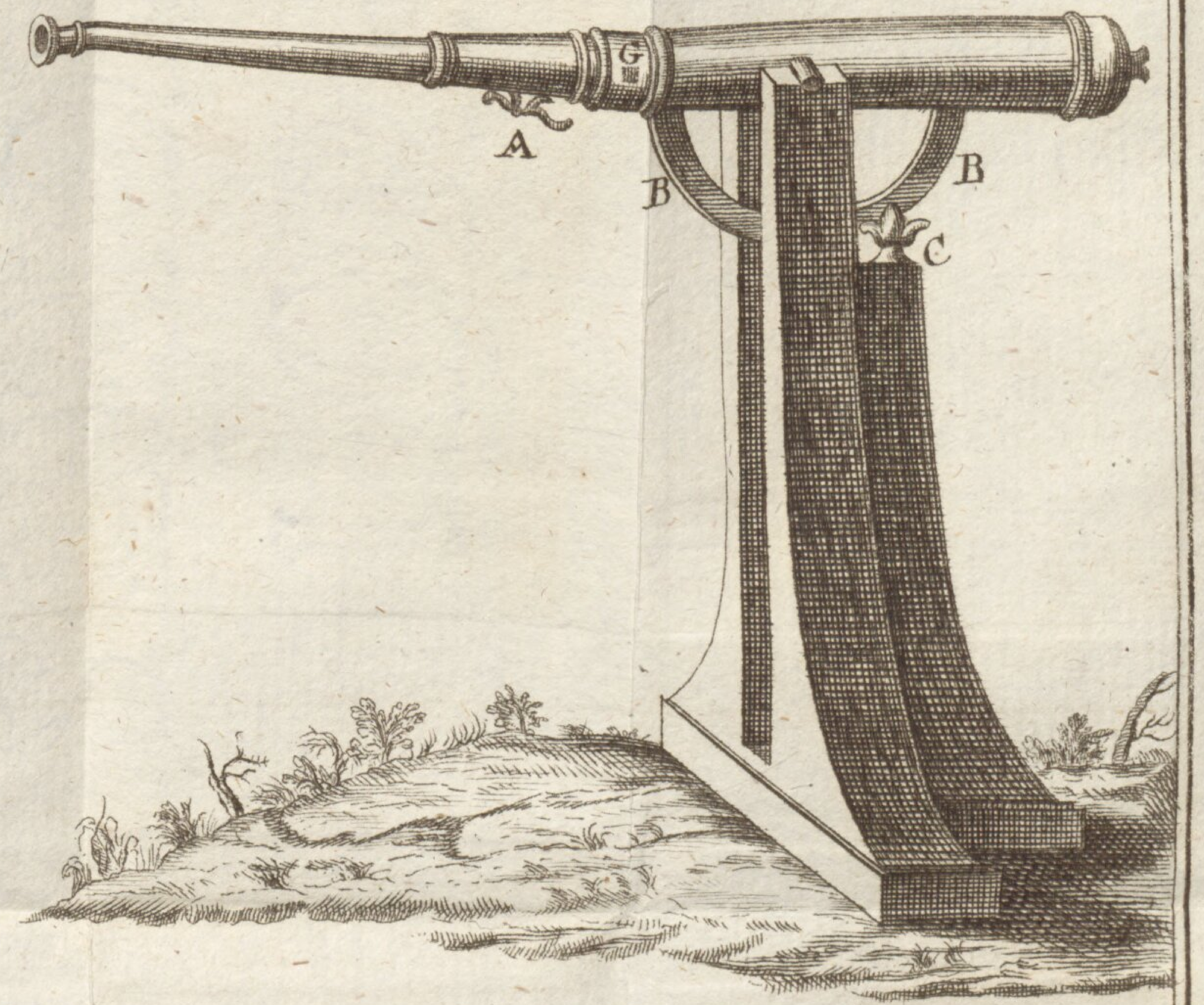


Fig: 4.

Fig: 5.



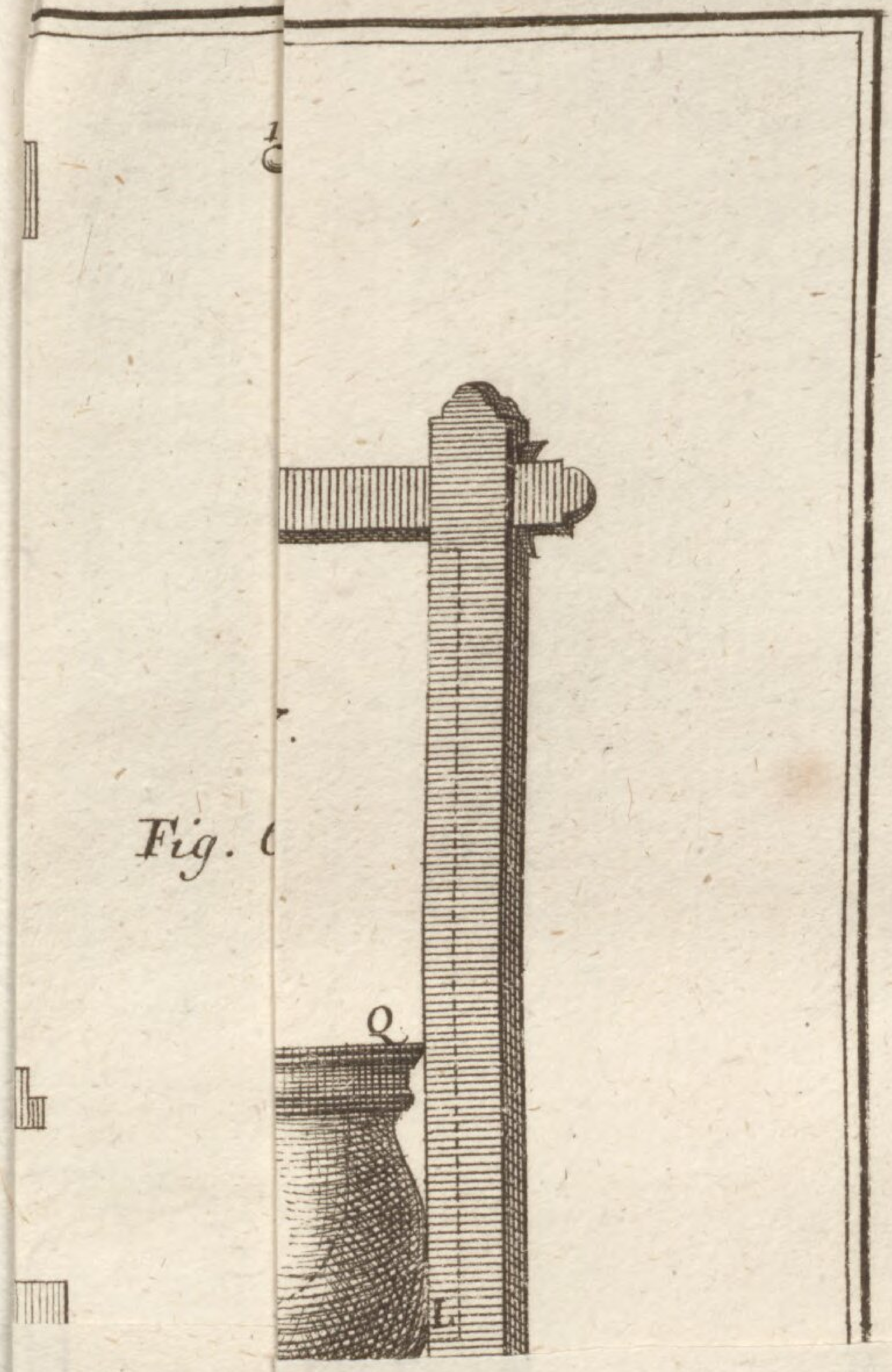


Fig.

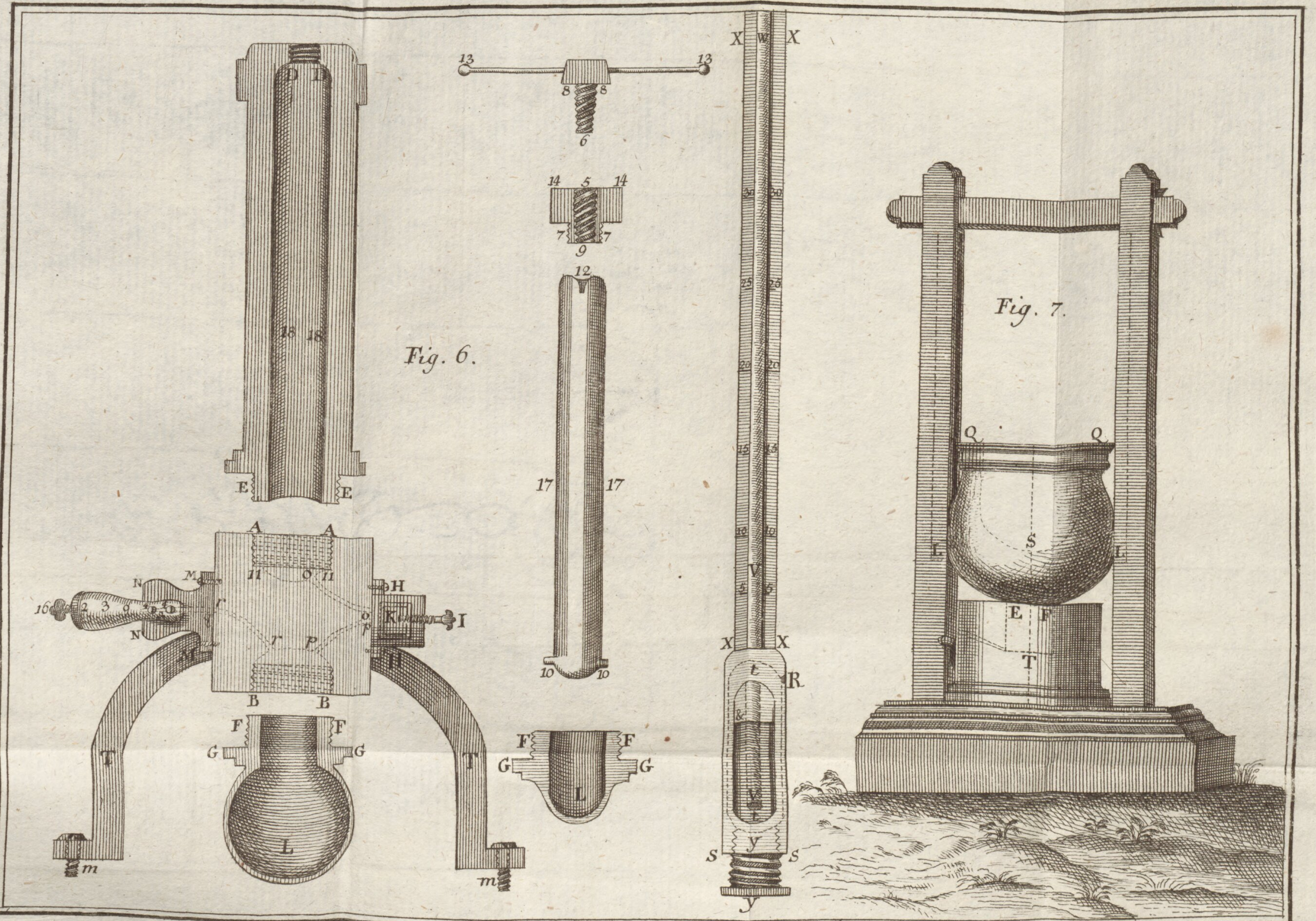
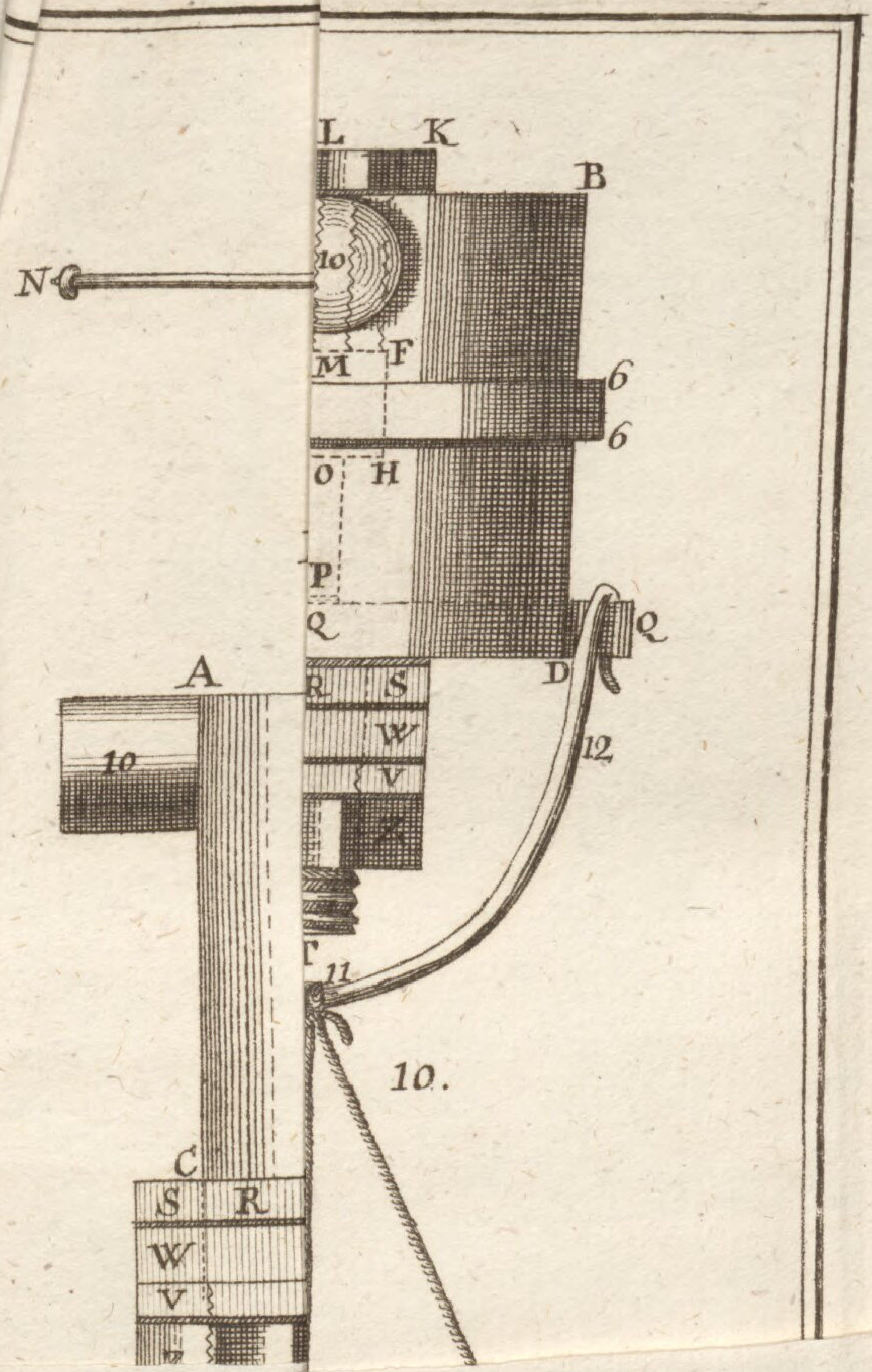


Fig. 6.
Fig. 7.


L
K
B
N
10
M
F
6
6
O
H
P
Q
Q
D
A
R
S
W
V
10
12
T
11
10.
C
S
R
W
V

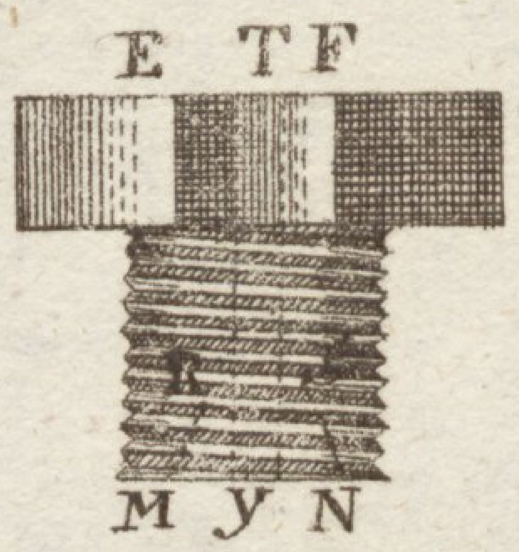
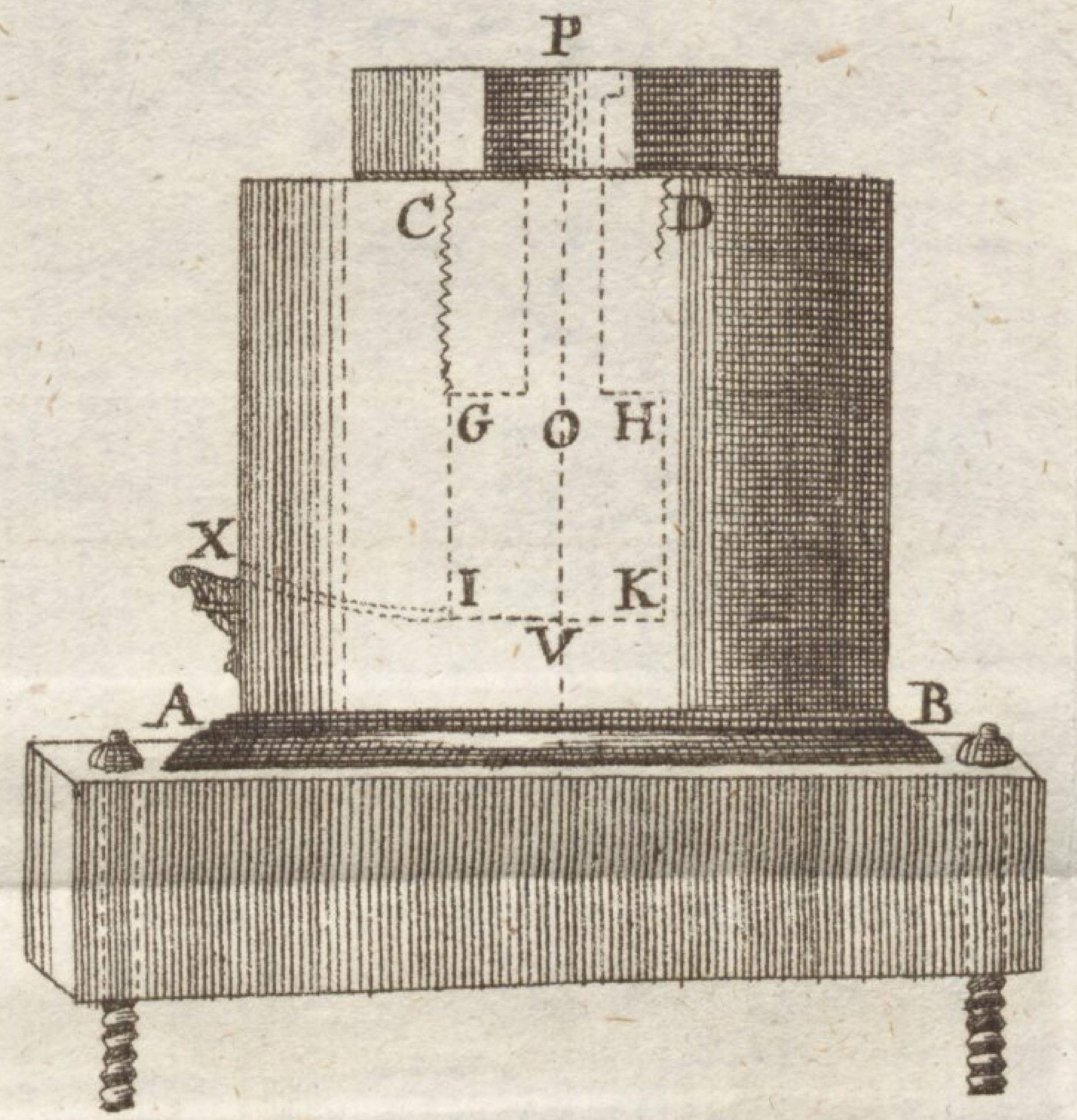


Fig: 8.



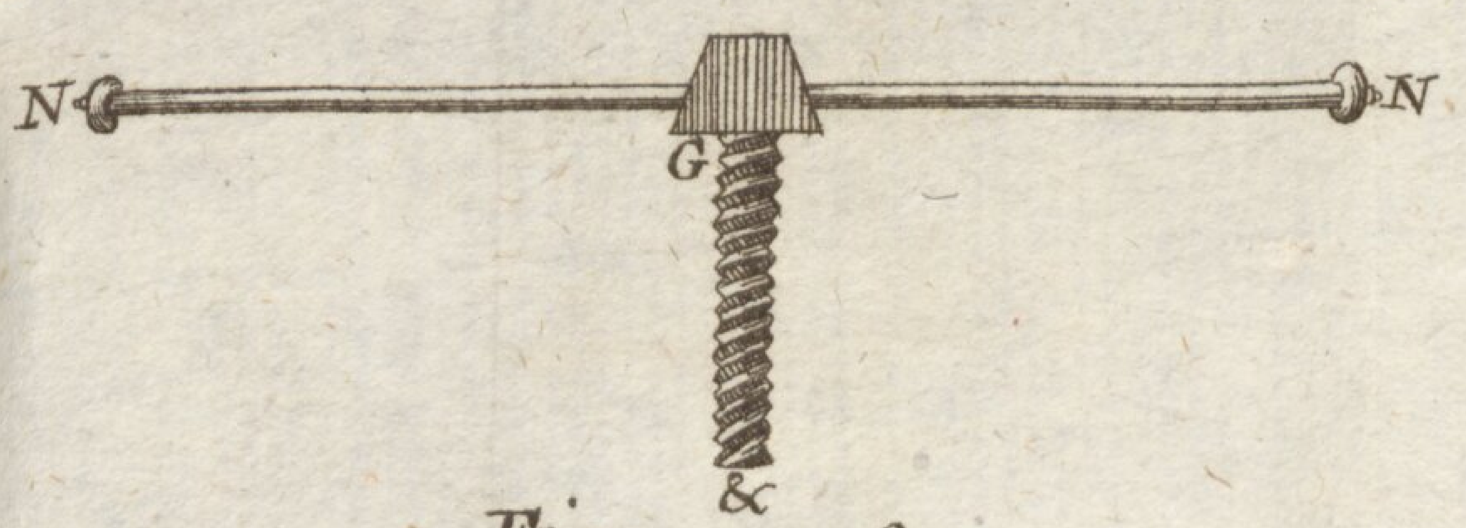
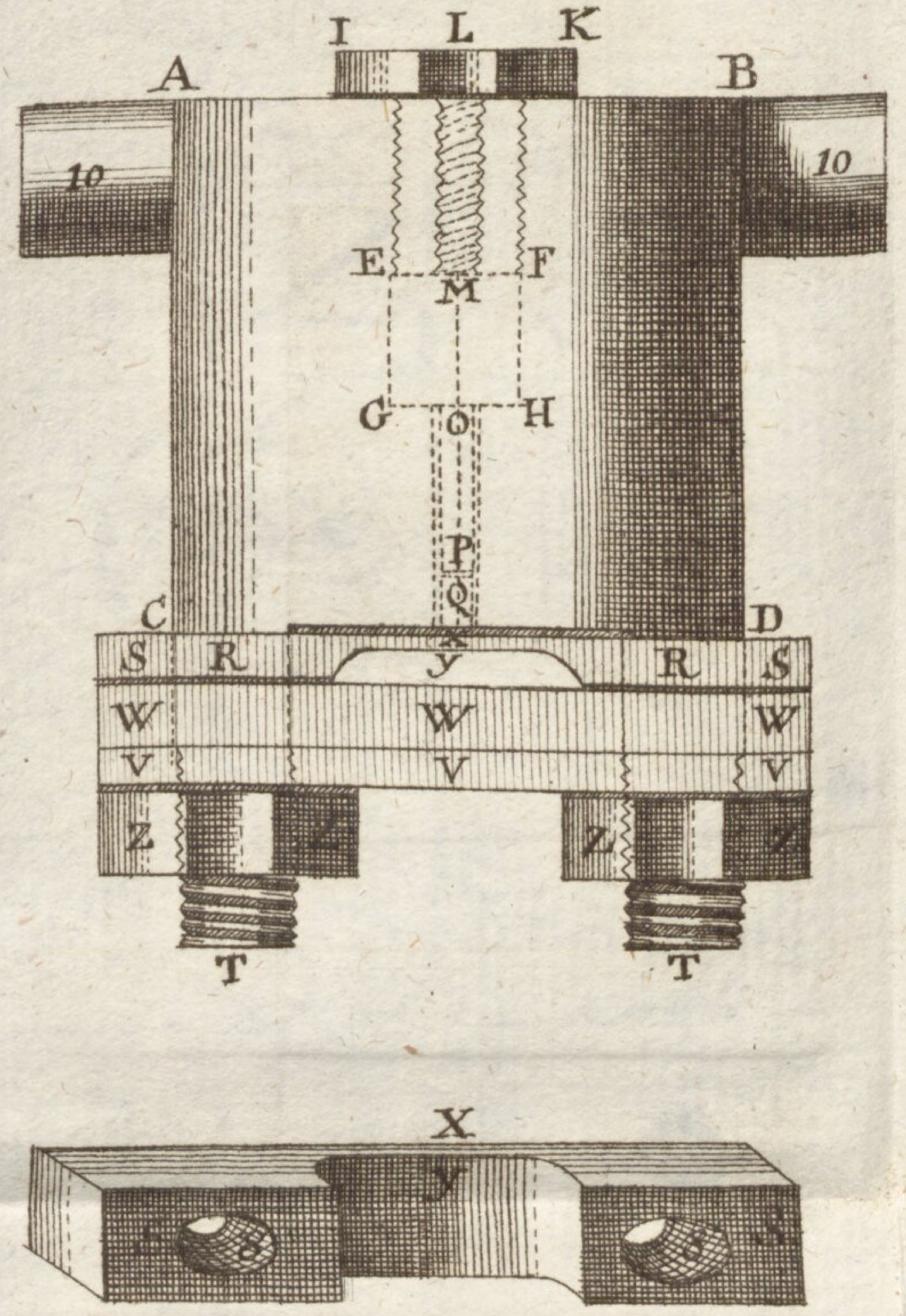


Fig: 9.



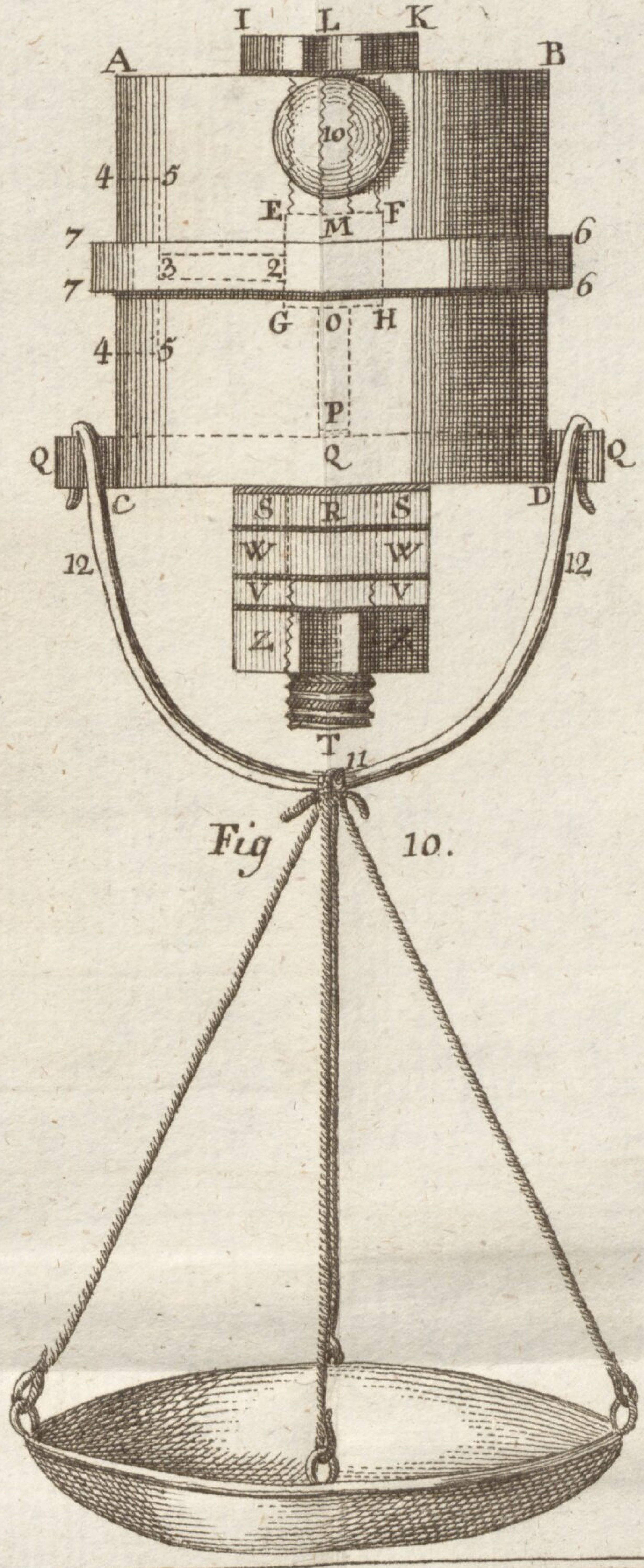


Fig 10.

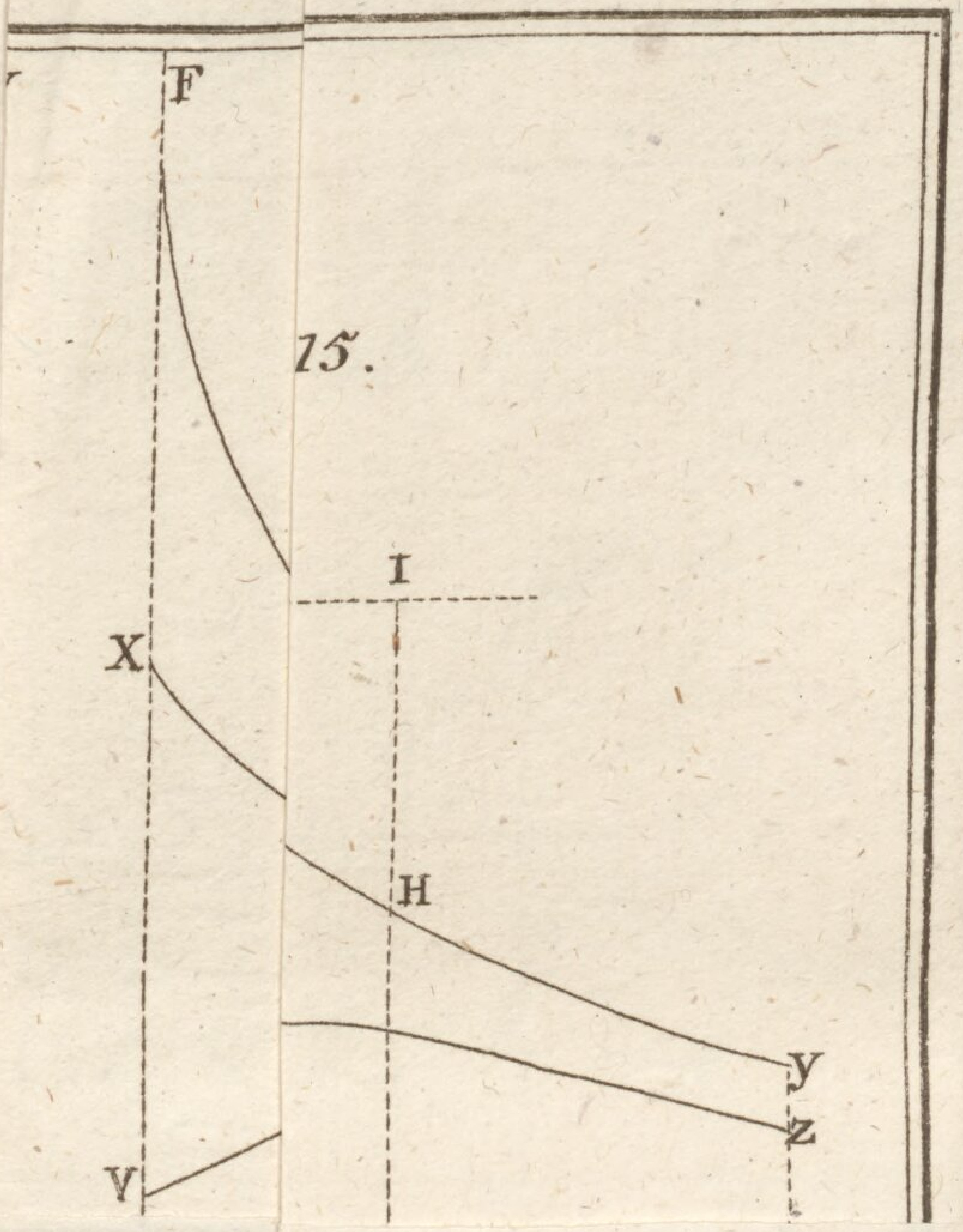

15.
F
I
X
H
y
z
V

Fig. 11.

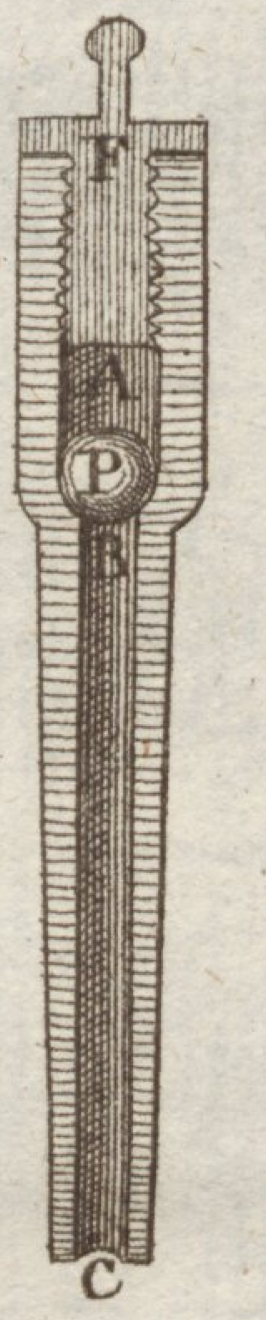


Fig. 12.

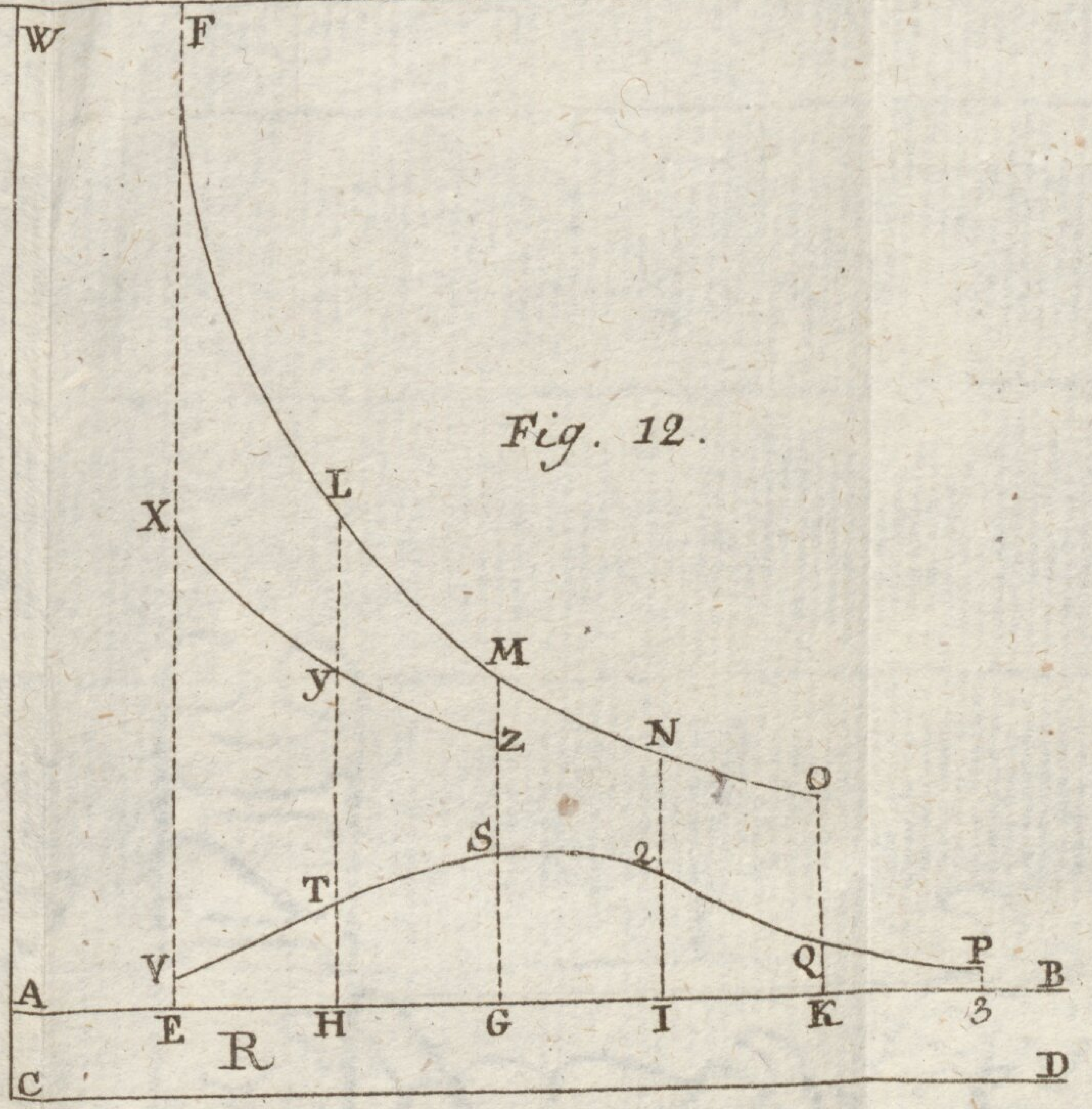


Fig. 13.

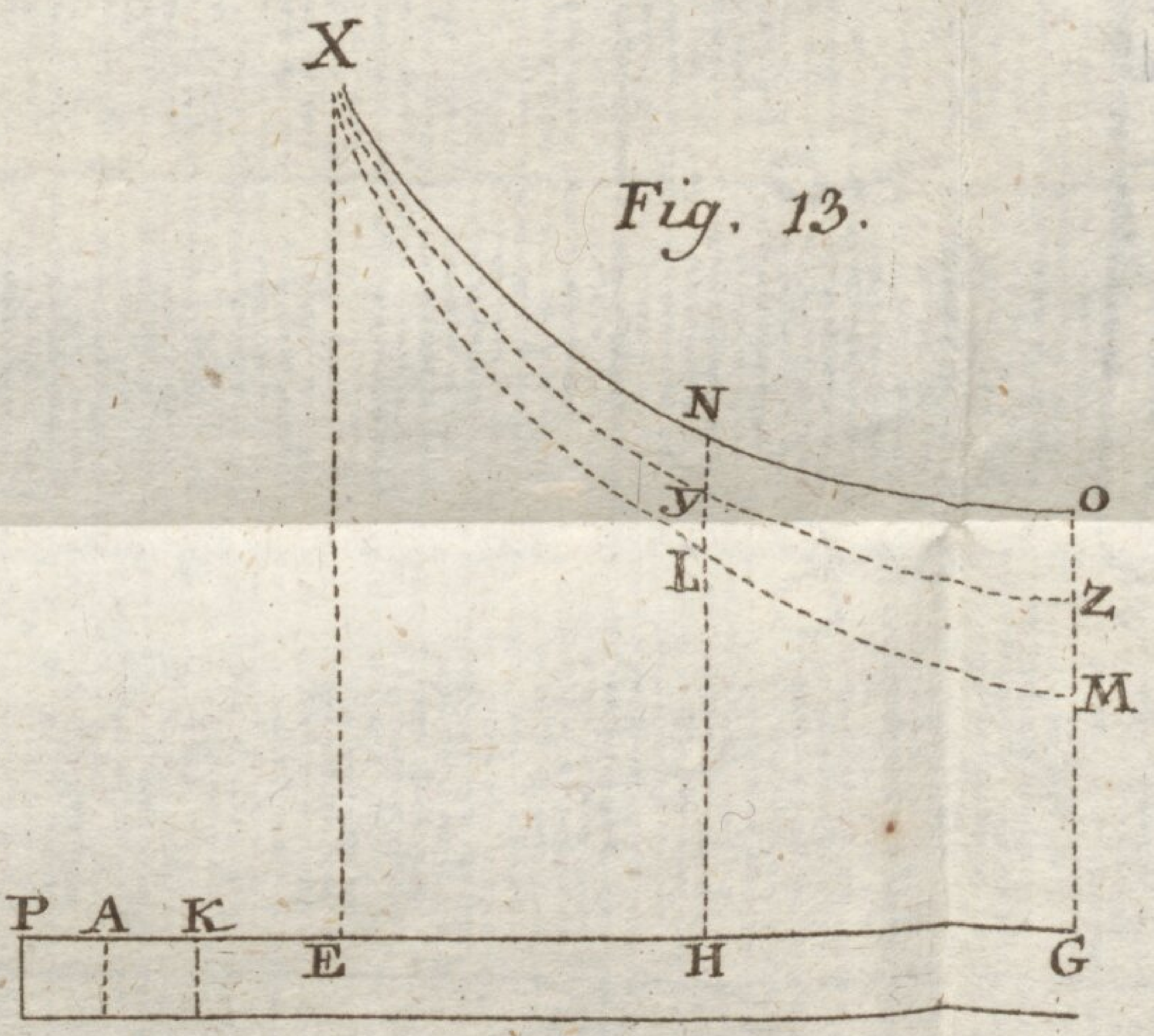


Fig. 14.

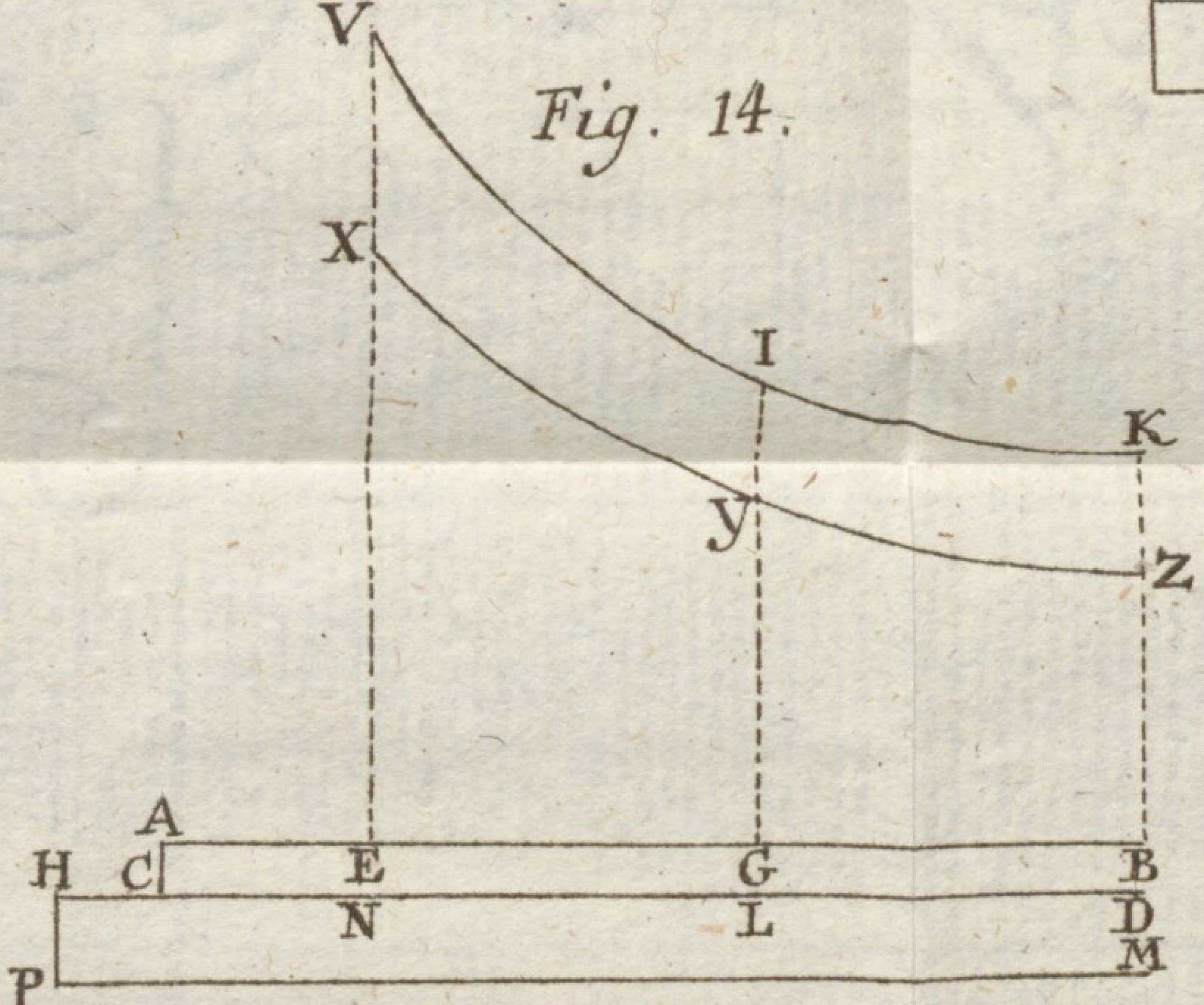


Fig. 15.

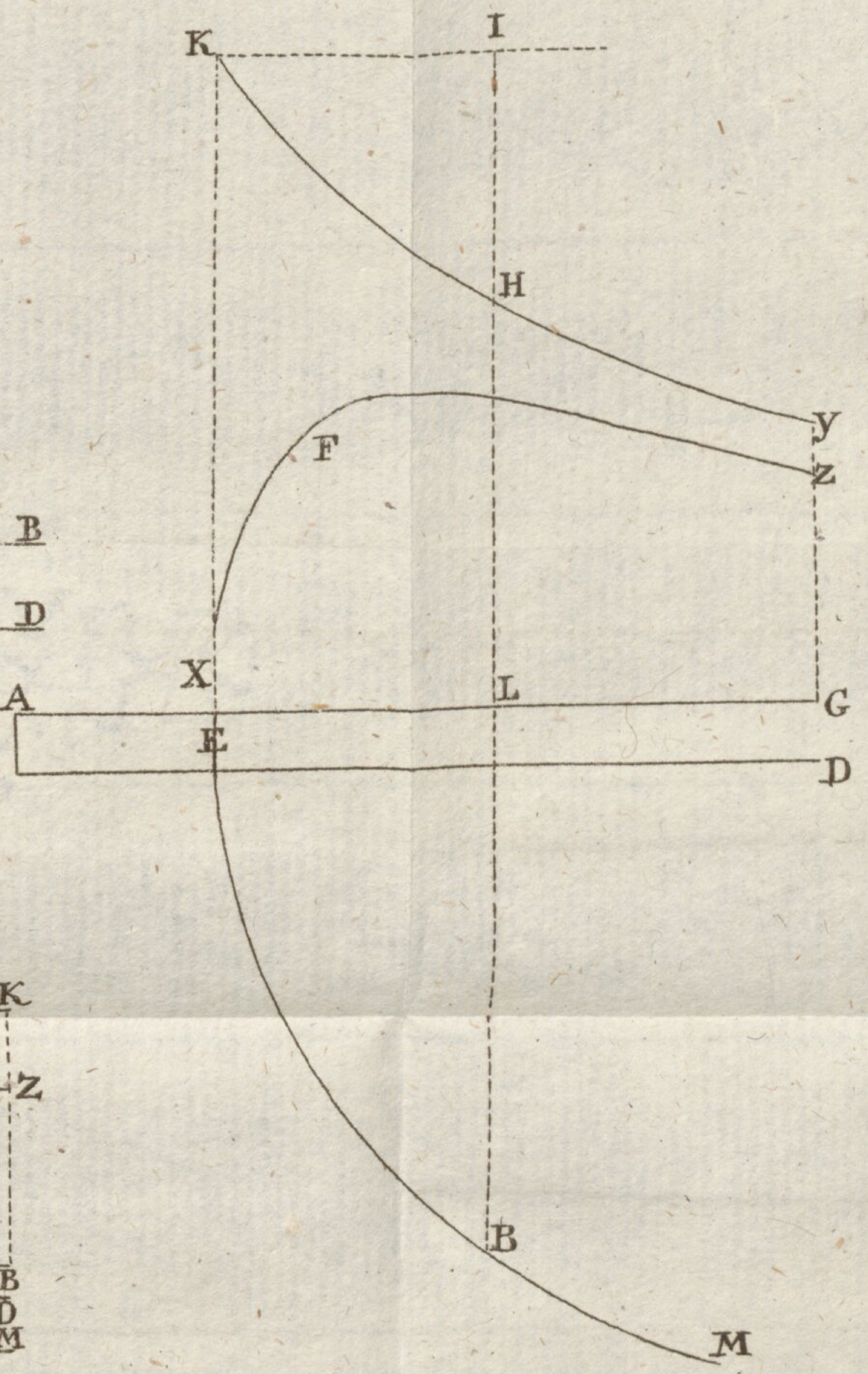


Fig. 18.

Fig. 16.

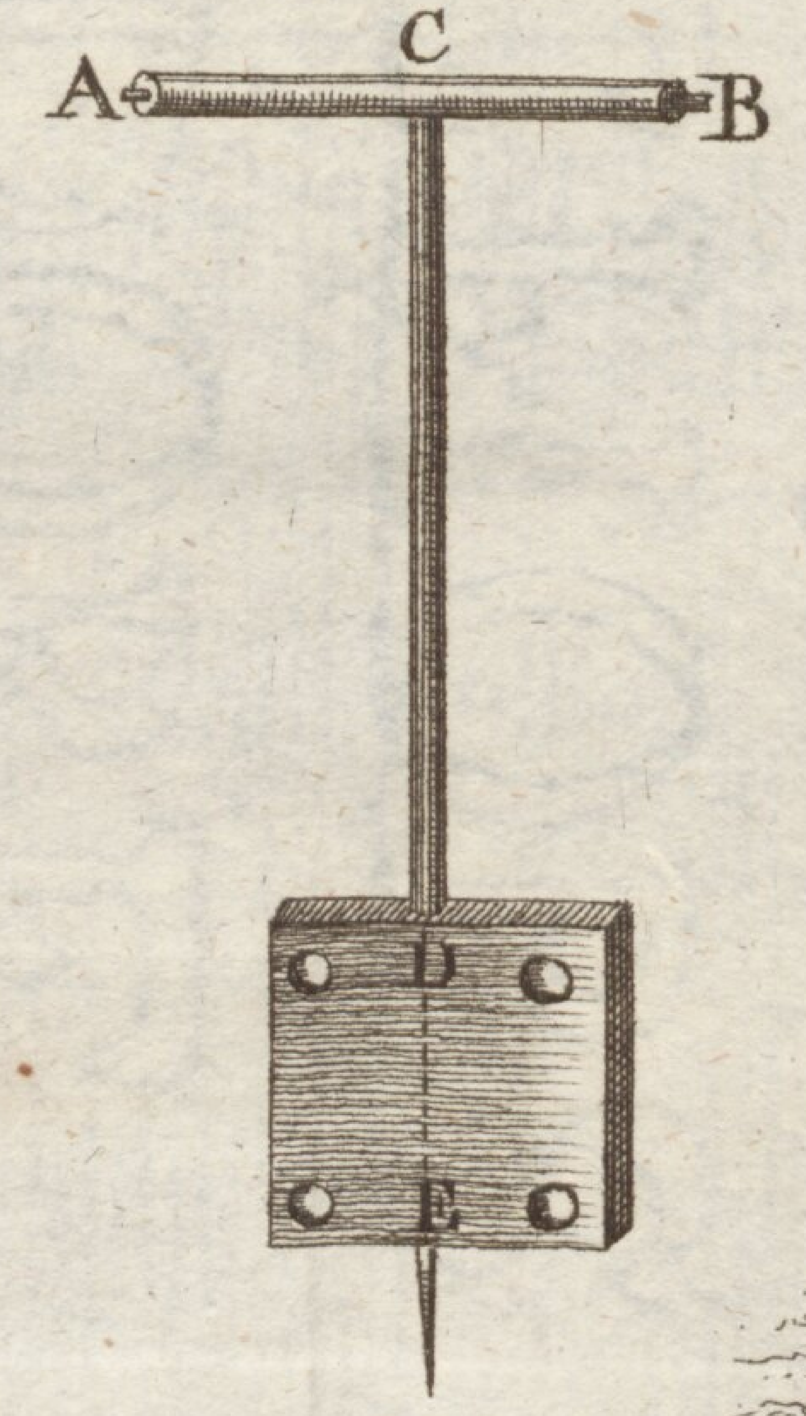


Fig. 17.

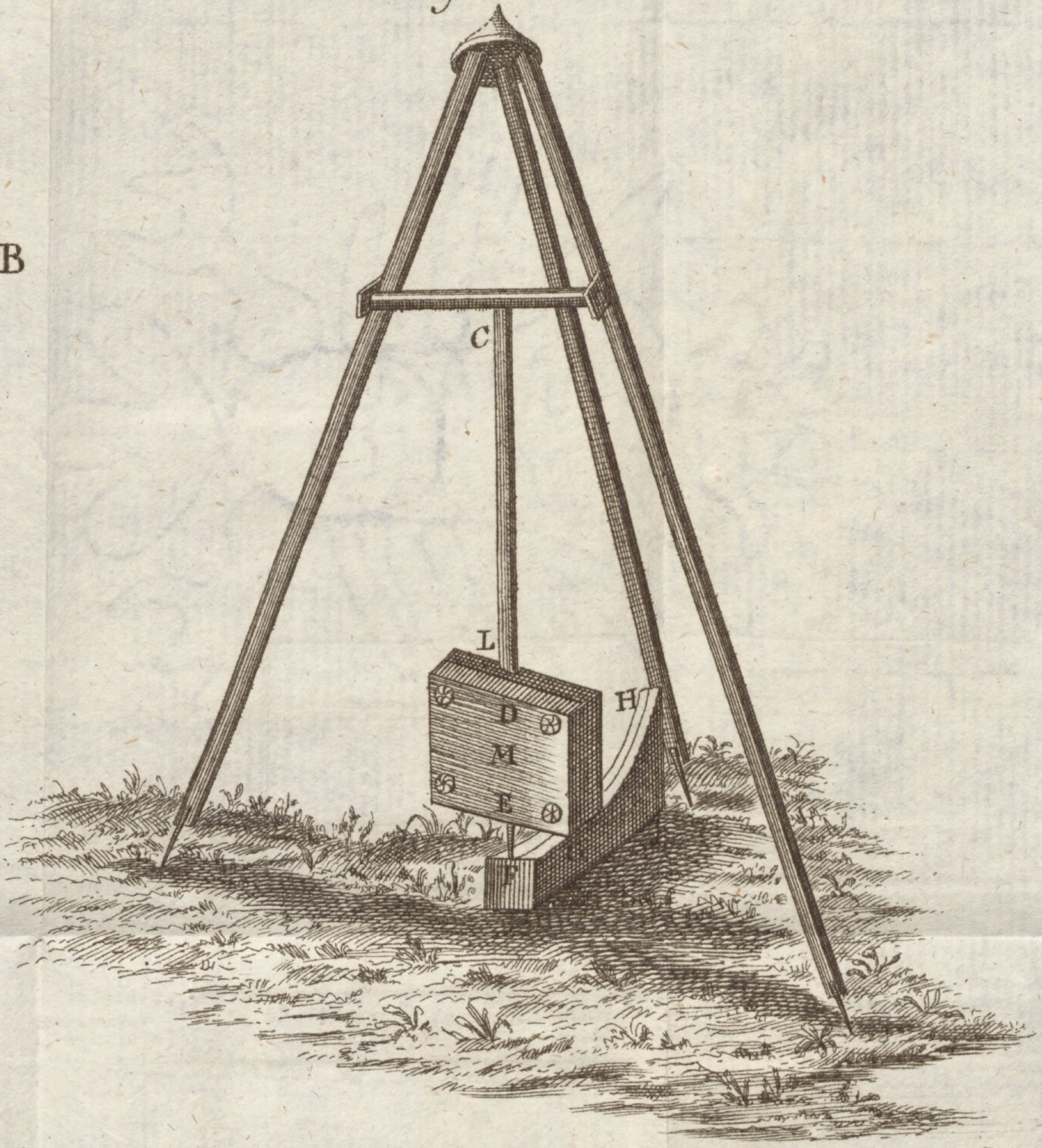
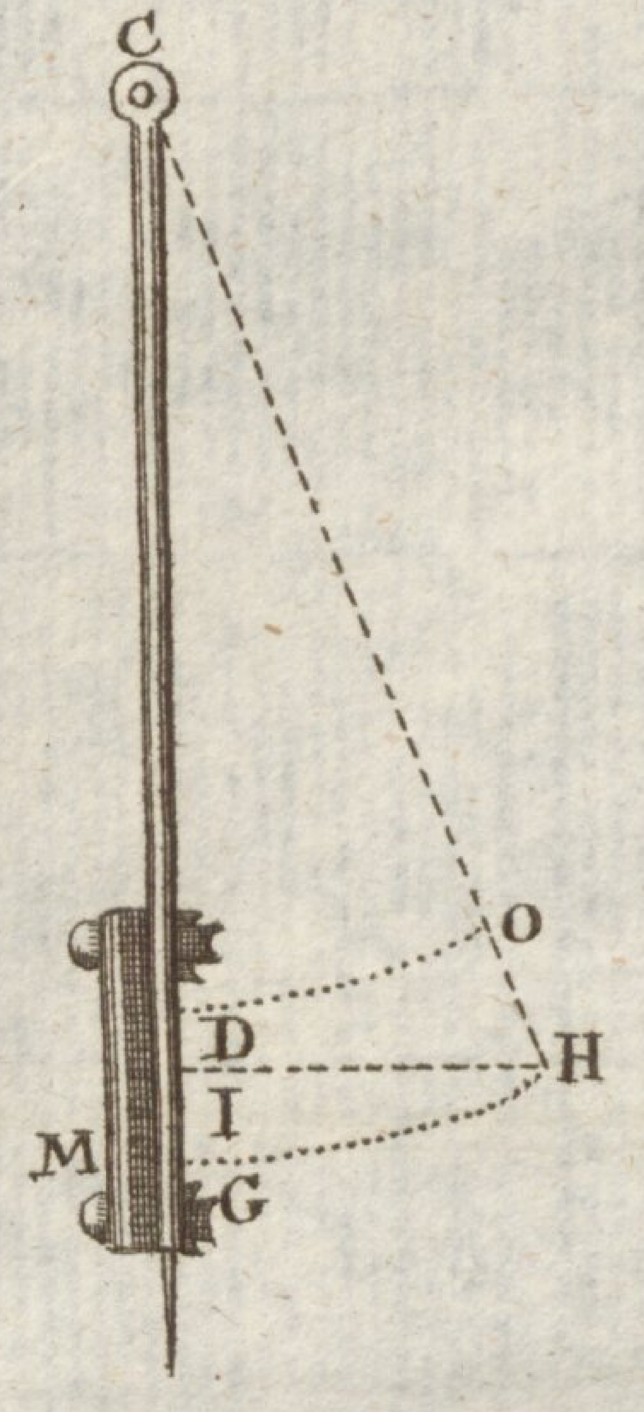
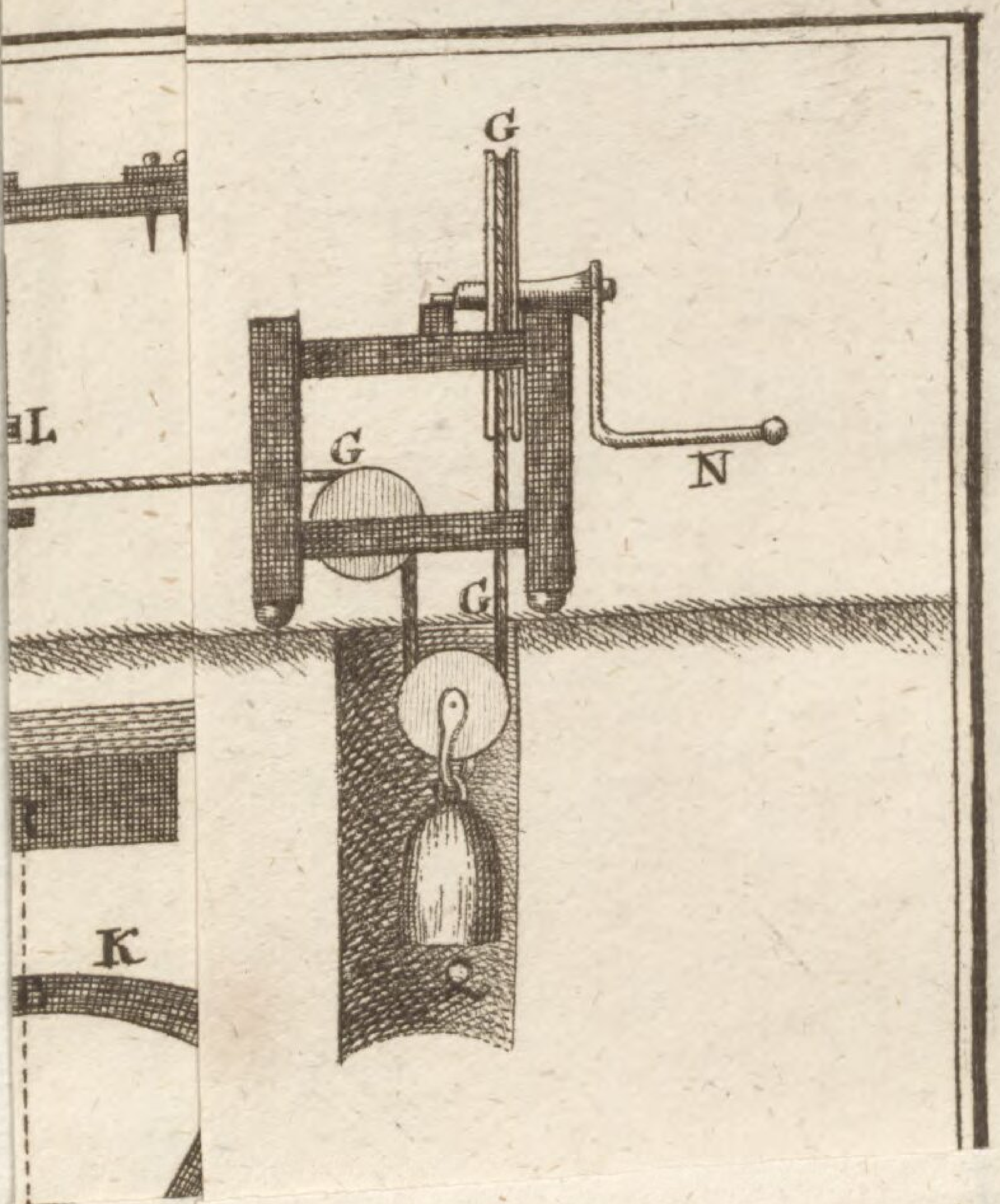


Fig. 18.




G
L
G
N
G
K

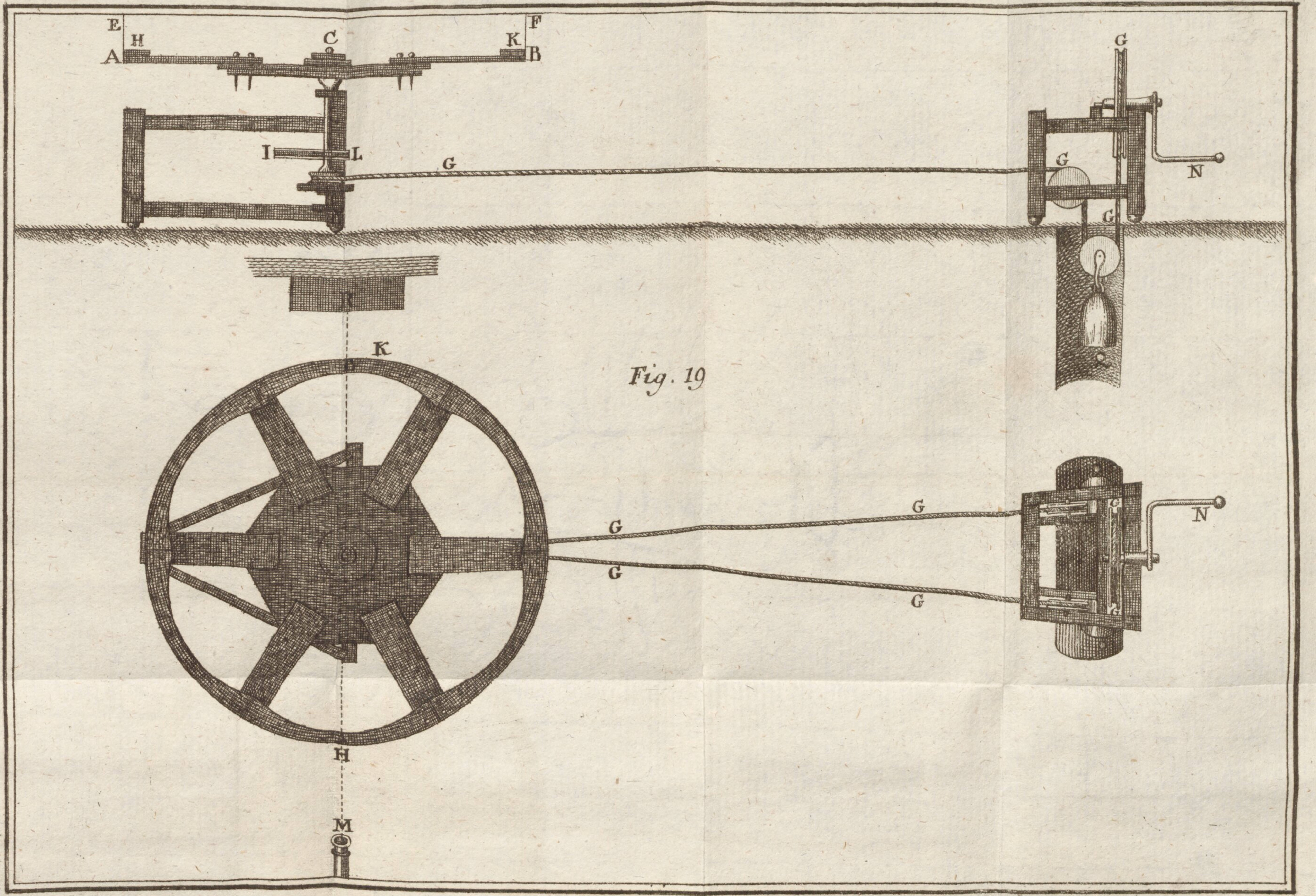


Fig. 19

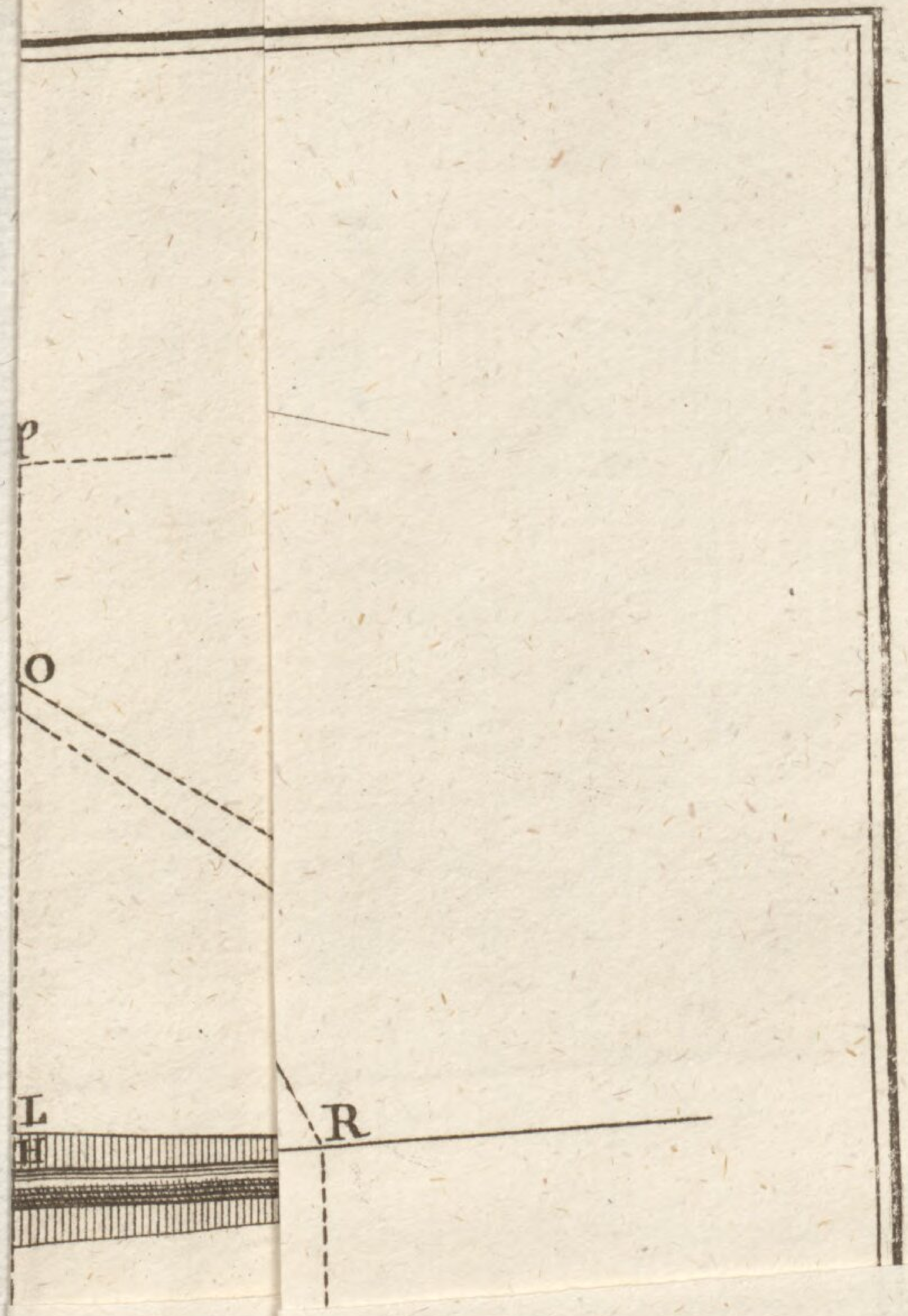

P
O
L
H
R

Fig. 21

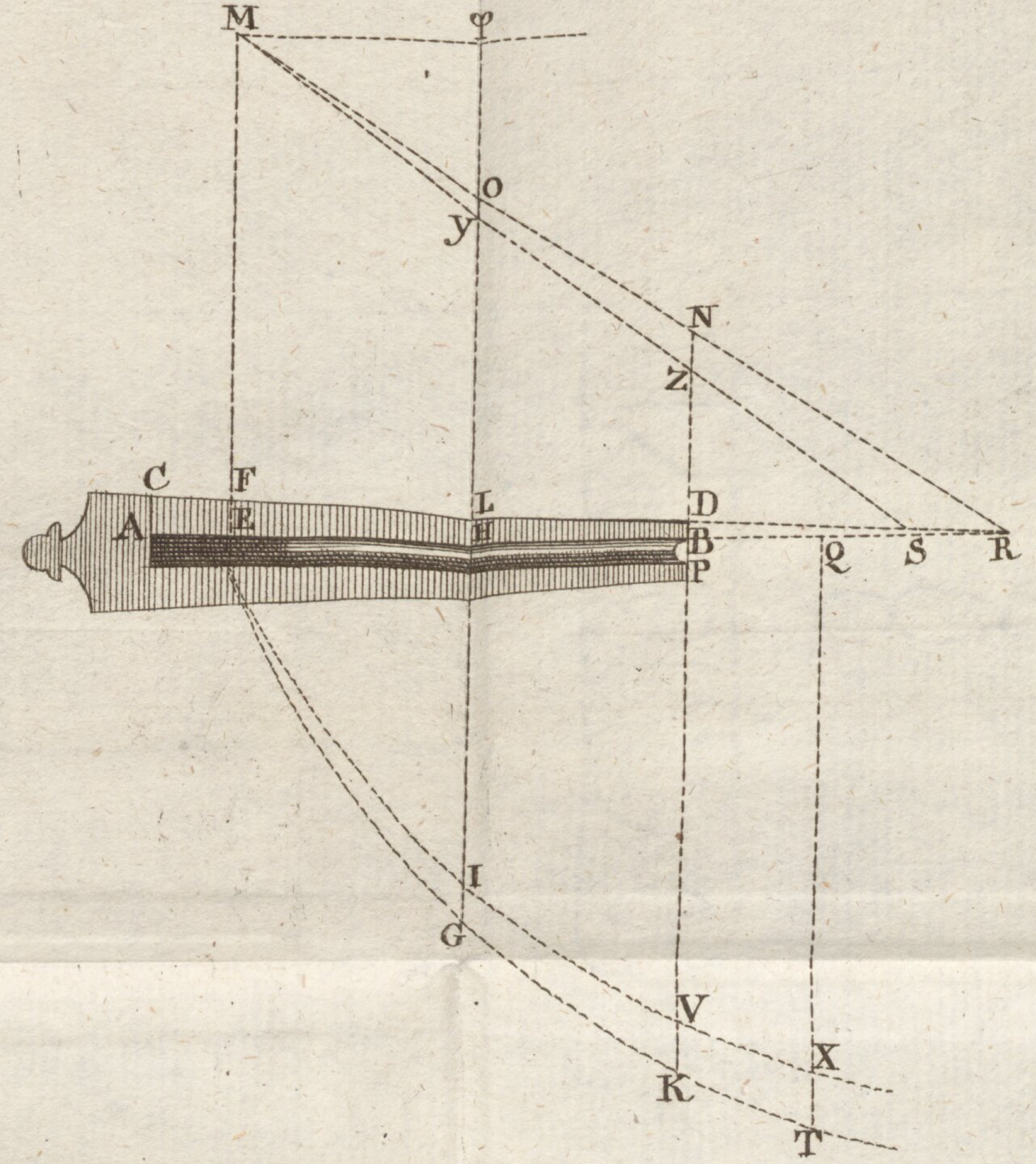
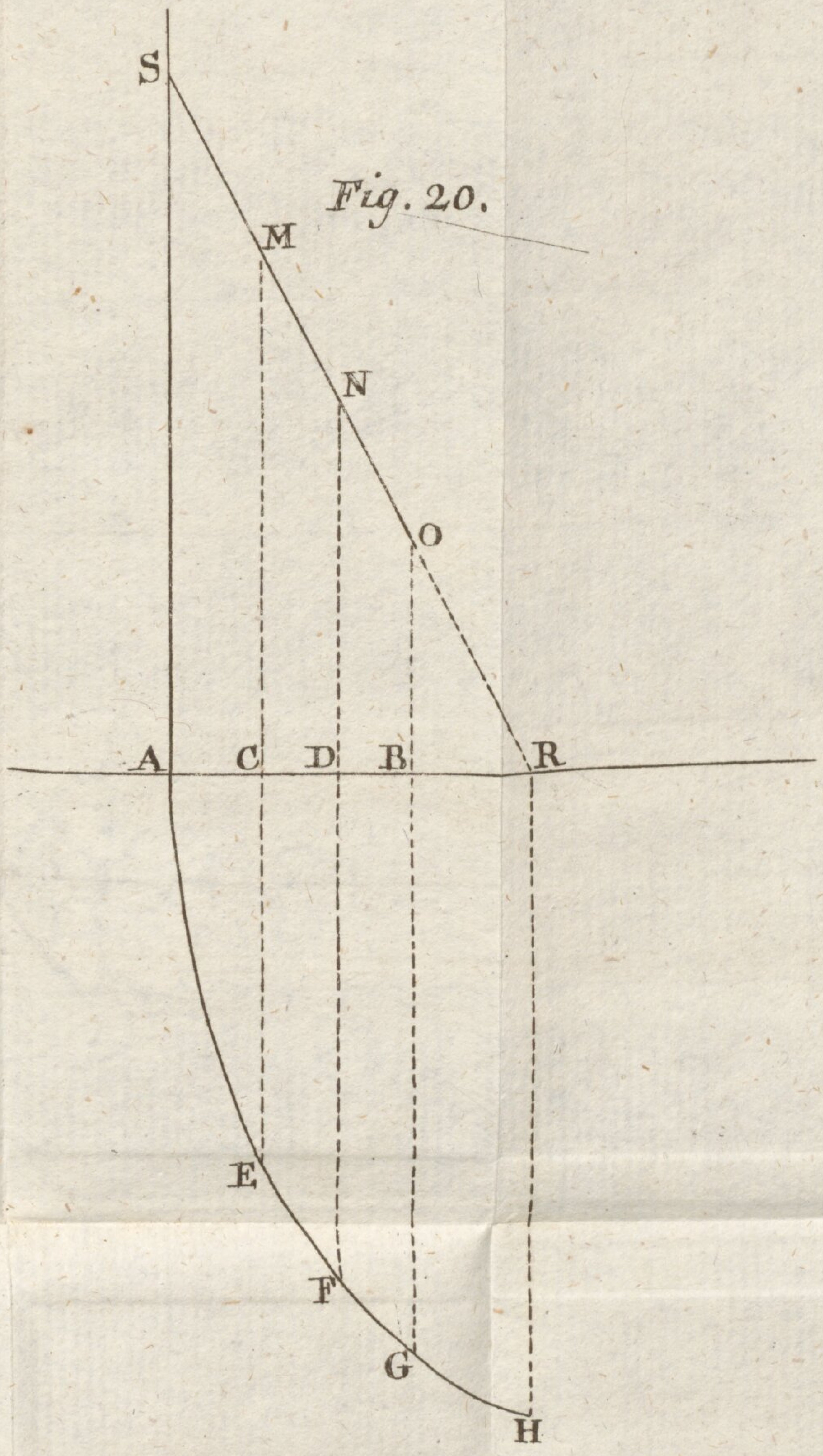


Fig. 20.



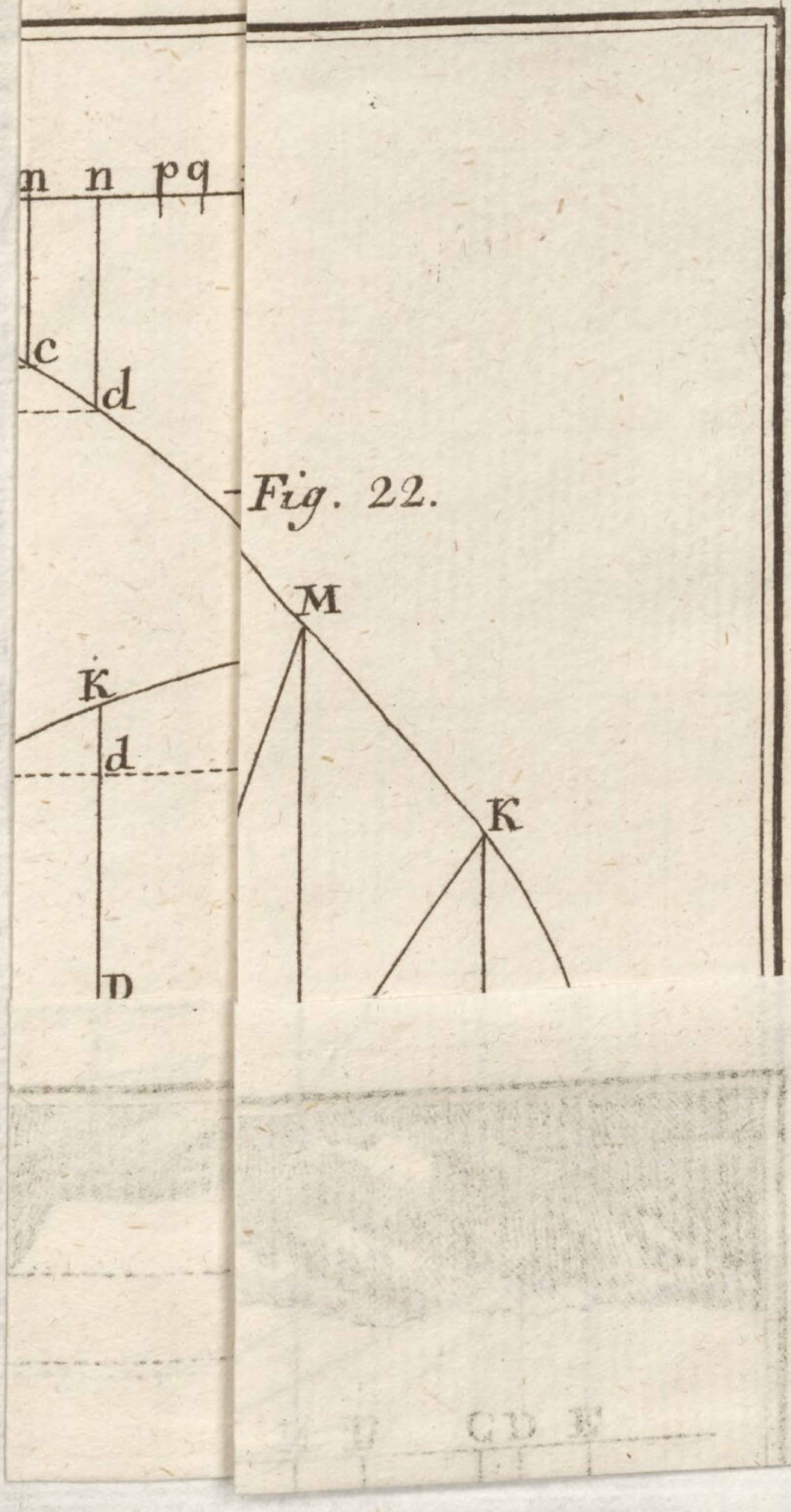


Fig. 22.

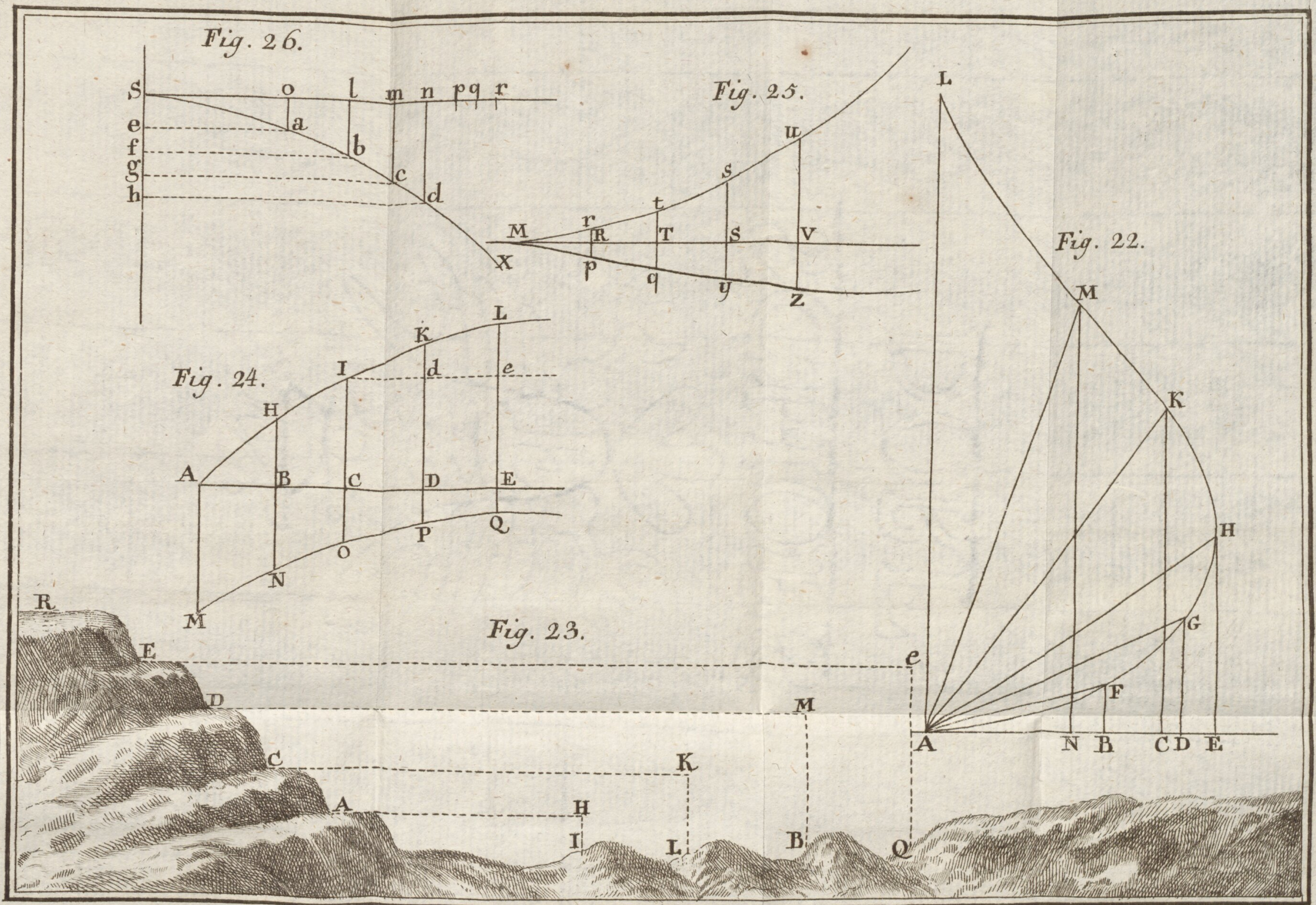


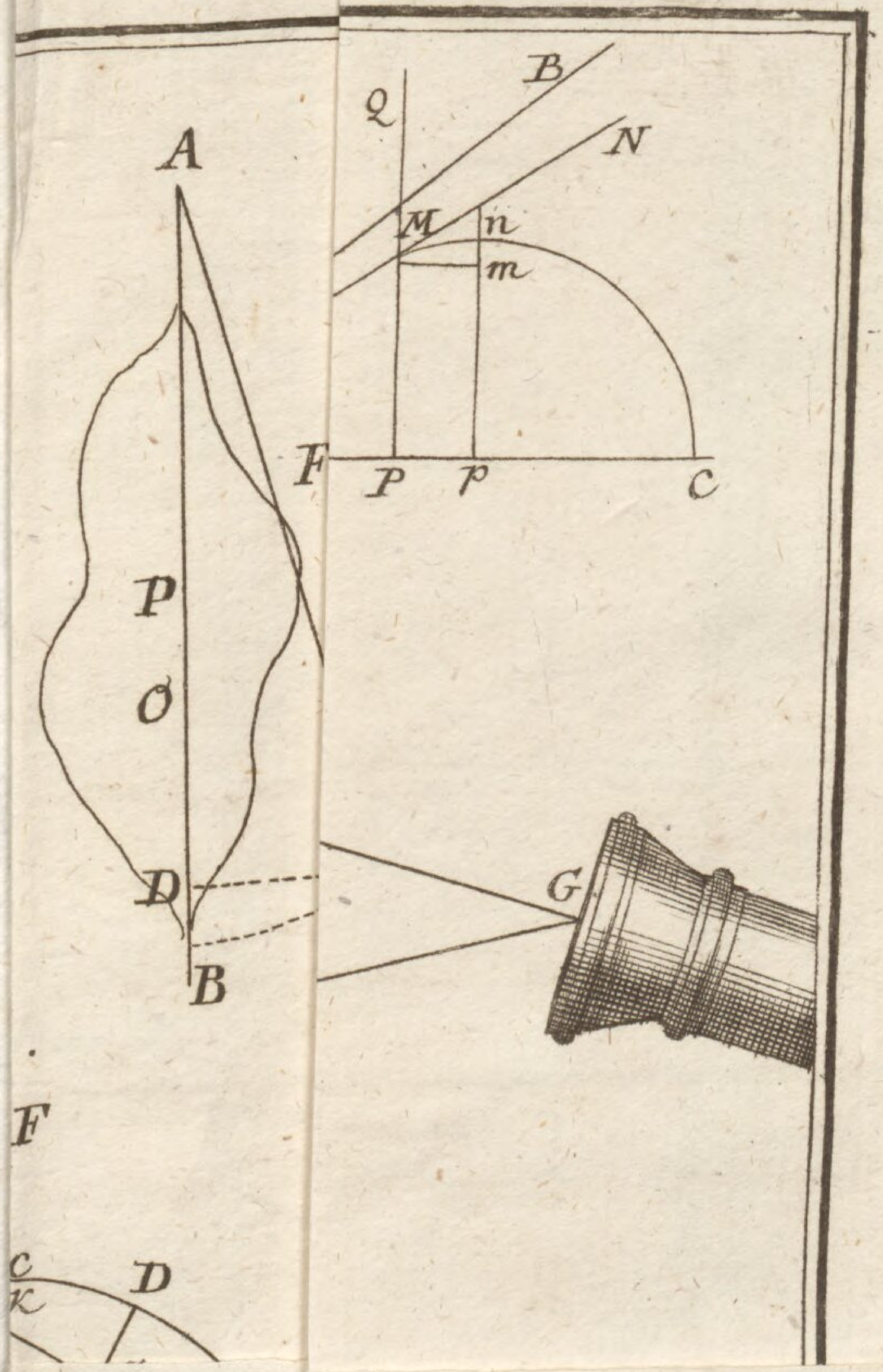
Fig. 26.

Fig. 25.

Fig. 22.

Fig. 24.

Fig. 23.



Q
B
N
A
M
n
m
F
P
p
C
P
O
D
B
G
F
c
K
D

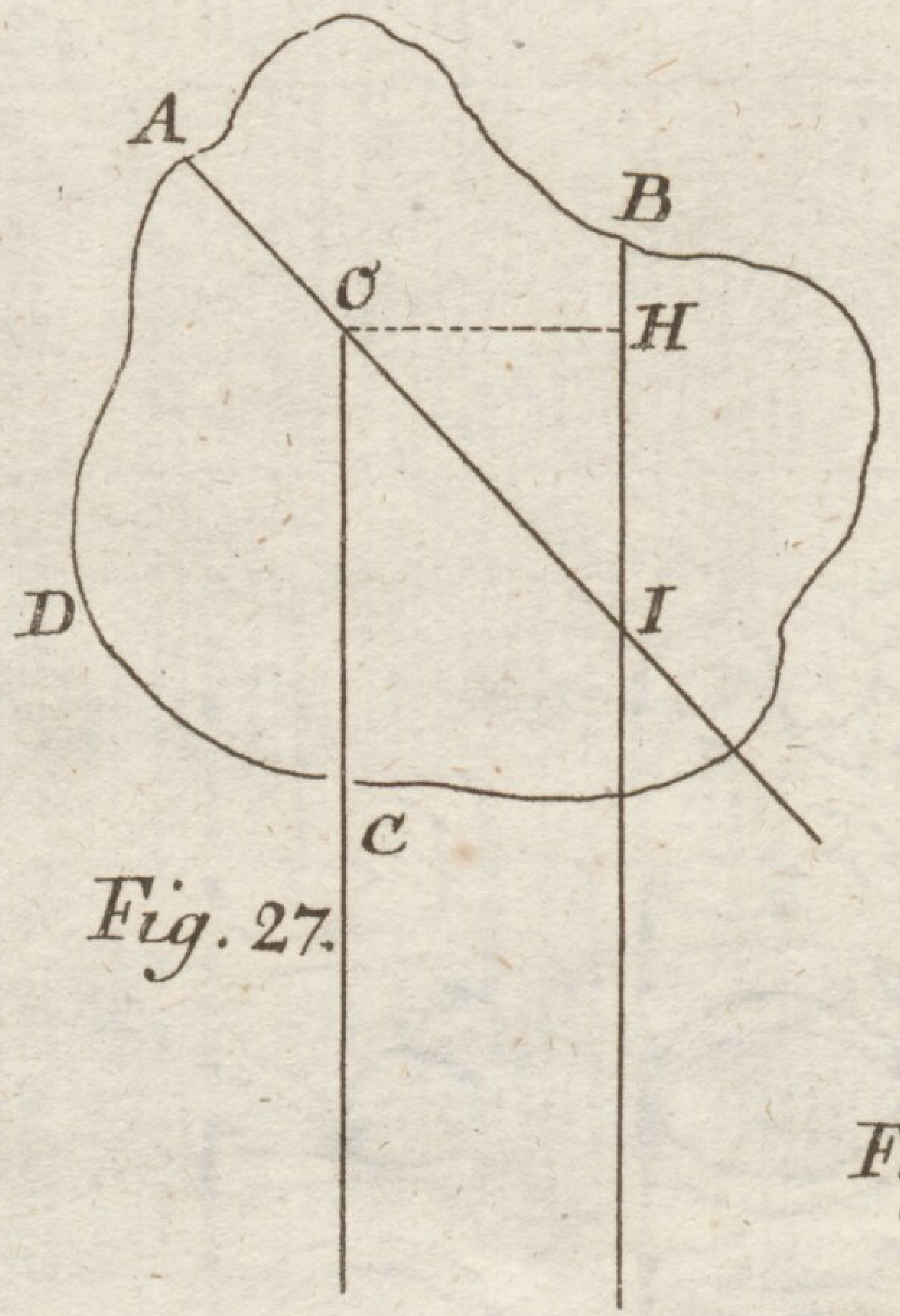


Fig. 27.

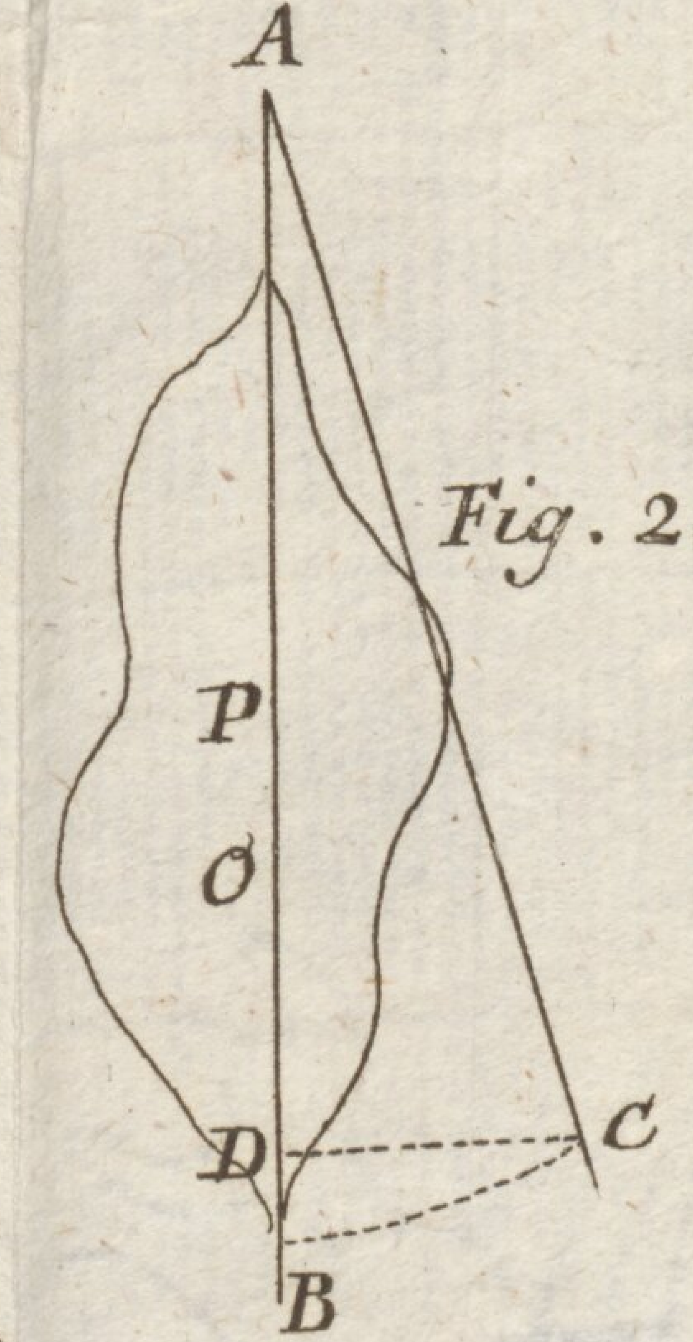


Fig. 28.

Fig. A.

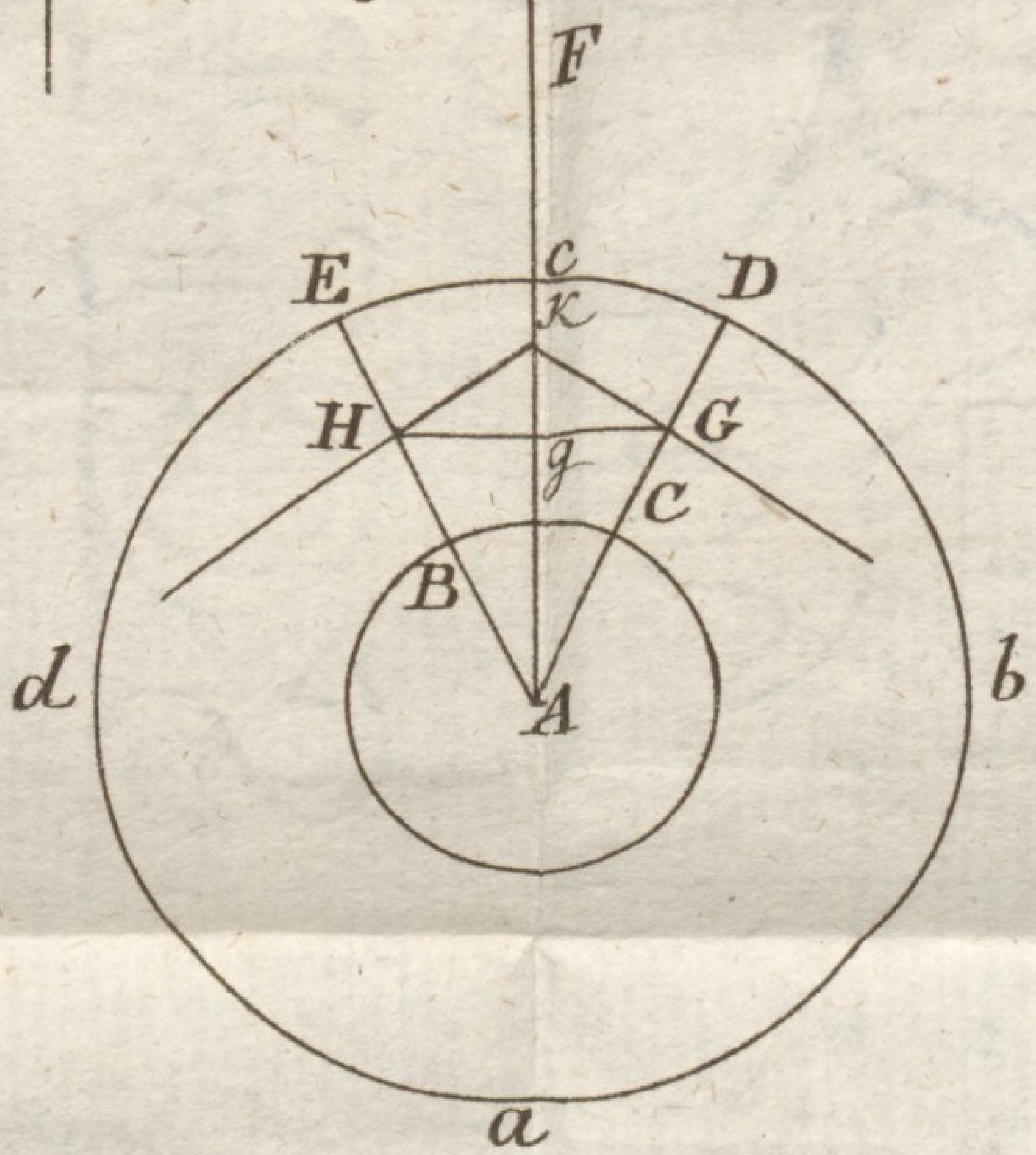


Fig. 29

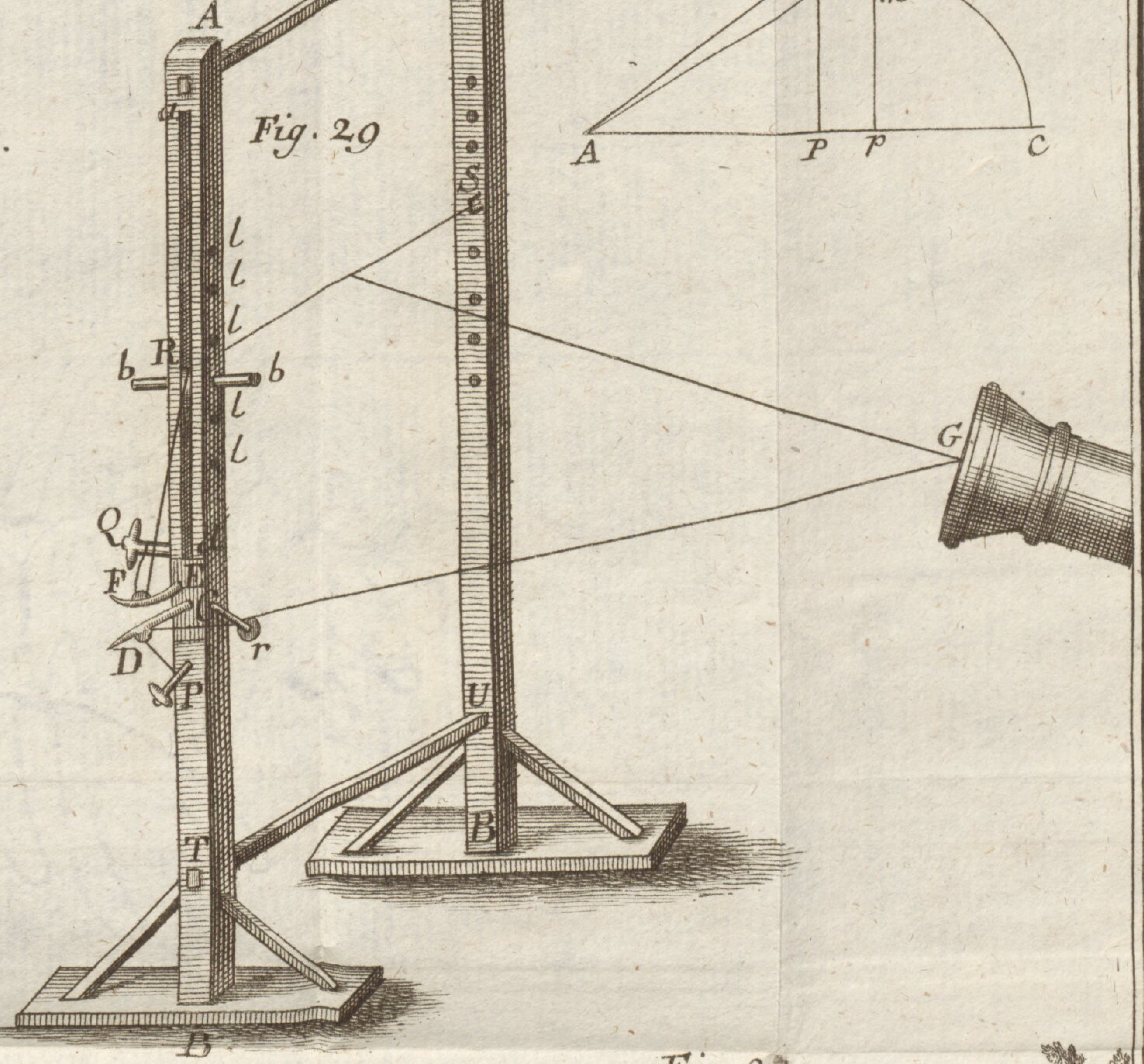


Fig. 30.

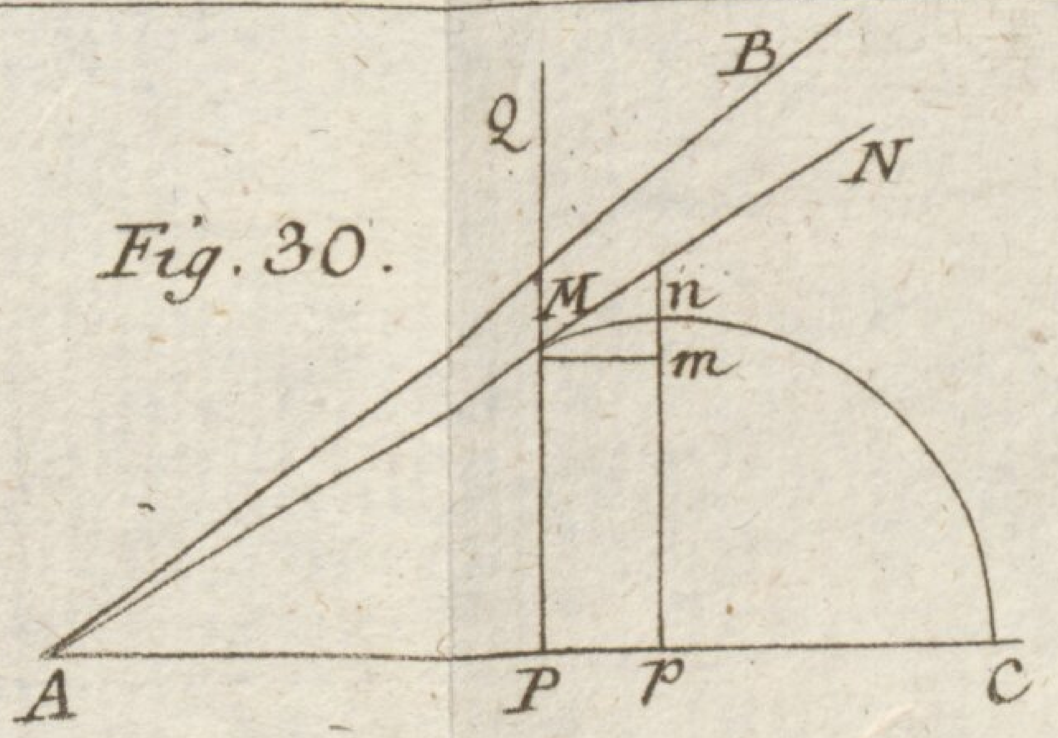


Fig. 32.

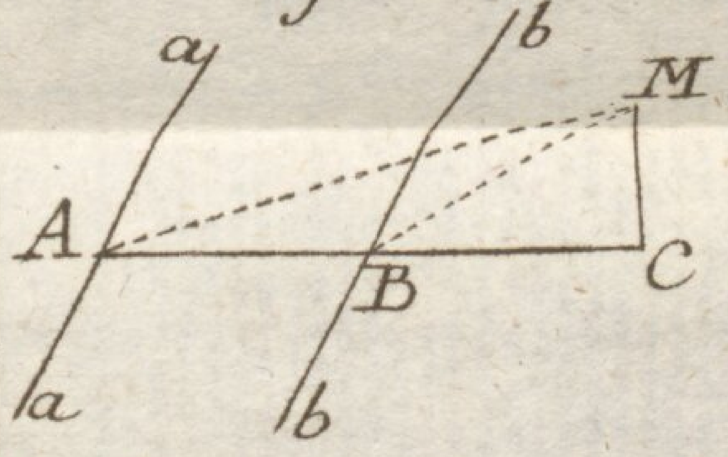


Fig. 32.

Zeit und den Werth von der Schußweite auf dem Horizont, oder durch B C und die Schußweite A C beſtimmen. Auf dieſe Art ließe ſich alſo durch einige ſorgfältig angeſtellte Verſuche der Wiederſtand der Luft ausmachen.

Zeit und den Werth von der Schußweite auf dem Horizont, oder durch BC und die Schußweite AC beſtimmen. Auf dieſe Art ließe ſich alſo durch einige ſorgfältig angeſtellte Verſuche der Wiederſtand der Luft ausmachen.

BSB Bayerische StaatsBibliothek

MDZ Münchener DigitalisierungsZentrum Digitale Bibliothek

Papacino d'Antoni, Alessandro Vittorio

Physikalisch-Mathematische Grundsätze der Artillerie in denen die Natur und Eigenschaften des Pulvers untersucht und durch viele und gründliche Erfahrungen ins Licht gesetzt werden

Berlin 1768

Res/App.mil. 102
urn:nbn:de:bvb:12-bsb00076240-0
VD18 10529543